

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

# **Dispoziční řešení střediska servisu lisovacích nástrojů**

## **The Layout of Pressing Tools Service Center**

Student:

Bc. Miroslav Vitek

Osobní číslo:

VIT0098

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová Ph. D

Ostrava 2020

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Miroslav Vítek**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 6208T116 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Dispoziční řešení střediska servisu lisovacích nástrojů**  
**The Layout of Pressing Tools Service Center**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu s ohledem na řešenou problematiku.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků.
4. Vlastní návrh či návrhy a jejich posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.  
KOŠTURIÁK, J. a Z. FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby*. Ostrava: Fakulta strojní VŠB – TUO, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9.  
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80c214-2871-6.  
MUTHER, R. *Systematické projektování (S. L. P.)*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1970.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje firmy Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. se sídlem ve Vrbně pod Pradědem, kdy s jejich zveřejněním firma souhlasí.

V Ostravě dne 18.5 2020

.....*Miroslav Vítek*.....

Podpis studenta

#### Prohlášení spolupracujícího podniku

Souhlasíme se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v diplomových studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Spolupracující podnik:

Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. sídlem ve Vrbně pod Pradědem

Zastoupená jednatelem společnosti:

RNDr. Svatoplukem Májem

Ing. Paulem Christopherem Budnowskim

 **Husqvarna**  
Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o.  
Jesenická 146  
793 26 Vrbno pod Pradědem

  
.....  
Podpis oprávněné osoby

  
.....  
Podpis oprávněné osoby

Ve Vrbně pod Pradědem dne 18.5. 2020

Prohlašuji, že:

- Jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu užití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše).
- Beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.5.2020

.....*Miroslav Vítek*.....

Podpis studenta

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VÍTEK, M. *Dispoziční řešení střediska servisu lisovacích nástrojů: diplomová práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 82 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Diplomová práce je zaměřena na návrh nového dispozičního řešení ve středisku servisu lisovacích nástrojů, které vznikne po reorganizaci současného úseku strojírenské výroby ve firmě dle záměrů vedení společnosti. Úvodní část je zaměřena na základní pojmy, které se vztahují k dané problematice. Úvodem praktické části je podání základních informací o podniku a bližší popis výrobního programu strojírenské výroby se zaměřením na druhy zakázek, organizaci personálu a rozložení výrobních prostor. Následně byla provedena rozsáhlá analýza stávajících procesů po trase logistického řetězce se sestavením vývojových diagramů dílčích procesů, kapacitní rozbor současného vytížení strojních kapacit při plnění interních zakázek s návrhem na redukci strojů, díky kterému bylo možné navrhnout nové dispoziční řešení výrobních prostor. Součástí práce je i ekonomické vyhodnocení realizace navrženého řešení.

## ANOTATION OF THESIS

VÍTEK, M. *The Layout of Pressing Tools Service centre: Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University in Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2020, 82 s. Thesis head: Šajdlerová, I.

The thesis is focused on a proposal for a new layout solution of a pressing tools service centre, which will be created in compliance with the company management intentions after the engineering shop reorganization. The introductory part focuses on the basic concepts related to the issue. The introduction of the practical part provides basic information about the company and a detailed description of the production program of engineering production with a focus on the types of orders, the staff organization and the production facility layout. An extensive analysis of existing processes of a logistic chain with the compilation of flow diagrams of partial processes and the capacity analysis of the current machine utilization during the fulfillment of internal orders with a proposal of the reduction of machines were made. Thanks to which it was possible to design a new production facility layout solution. The economic evaluation of the implementation of the proposed solution is the part of the work.

# Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	9
Úvod.....	11
1 Obecná charakteristika řešené problematiky .....	12
1.1 Vstřikování termoplastů.....	12
1.1.1 Popis vstřikovacího cyklu.....	12
1.1.2 Základní popis konstrukčního řešení lisovacích nástrojů.....	13
1.1.3 Vývoj v oblasti vstřikování plastů .....	15
1.2 Projektování výrobních pracovišť .....	16
1.3 Kapacitní propočty v projektování .....	17
1.3.1 Využitelný časový fond .....	17
1.3.2 Stanovení optimálního počtu jednotek zařízení.....	18
1.4 Dispozičního řešení.....	18
2 Cíle práce .....	19
3 Analýza současného stavu.....	20
3.1 Stručný popis společnosti .....	20
3.2 Základní popis programu strojírenské výroby .....	21
3.2.1 Historie strojírenské výroby v HM-CZ.....	21
3.2.2 Současná výrobní náplň strojírenské výroby .....	22
3.3 Organizace strojírenské výroby .....	24
3.3.1 Analýza současných personálních kapacit strojírenské výroby.....	26
3.4 Popis výrobních prostor strojírenské výroby .....	27
3.5 Technologické uspořádání strojního parku.....	31
3.6 Organizace práce ve strojírenské výrobě .....	38
3.6.1 Technická příprava výroby lisovacích nástrojů .....	38
3.6.2 Organizace a plánování výroby strojních součástí .....	41
3.6.3 Organizace a plánování mechanických prací.....	44
3.7 Propočet strojních kapacit za období 2017 – 2019 .....	48
3.7.1 Separace výkazů strojních operací.....	49
3.7.2 Stanovení využitelného časového fondu strojů .....	51
3.7.3 Vyhodnocení strojních kapacit .....	52
4 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků .....	55
4.1 Záměry vedení společnosti .....	55
4.2 Vyhodnocení analýzy stávajícího stavu.....	56
4.2.1 Výrobní náplň strojírenské výroby .....	56
4.2.2 Personální kapacity .....	56
4.2.3 Stávající uspořádání strojního parku.....	56
4.2.4 Organizace a plánování střediska .....	56
4.2.5 Strojní kapacity .....	56

5	Vlastní návrhy a jejich posouzení .....	57
5.1.1	Personální kapacity .....	57
5.1.2	Organizace a plánování střediska .....	57
5.1.3	Strojní kapacity .....	58
5.2	Redukce strojních kapacit .....	58
5.2.1	Definice strojních skupin k redukci .....	58
5.2.2	Propočet strojů k redukci .....	59
5.2.3	Výběr strojů k vyřazení.....	60
5.3	Návrh dispozičního řešení .....	62
5.3.1	Volné plochy výrobní haly po redukci strojů .....	62
5.3.2	Přesuny strojů .....	64
5.3.3	Přesuny zázemí mechanických operací .....	68
5.3.4	Zhodnocení přesunů.....	73
5.3.5	Ekonomické a časové zhodnocení realizace přesunů .....	73
6	Závěrečné zhodnocení přínosu práce a závěr.....	76
	Poděkování .....	77
	Seznam použitých zdrojů .....	78
	Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů.....	80
	Seznam příloh.....	82



## Seznam použitých značek a symbolů

2D	–	Dvourozměrný	
3D	–	Třírozměrný	
$B_K$	–	Bezpečnostní kapacita	[%]
CNC	–	Číslicové řízení (Computer numerical control)	
EDM	–	Elektrojiskrové obrábění (Electric Discharge Machining)	
$F_S$	–	Roční počet hodin práce obráběcího stroje v jedné směně	[h]
HM-CZ	–	Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o.	
IFS	–	Sekundární podnikový informační systém	
KPR	–	Kód pracoviště	
$KT$	–	Využitelný časový fond	[h/rok]
$KT_x$	–	Využitelný časový fond za období X	[h/rok]
LN	–	Lisovací nástroj (lisovací forma)	
$m$	–	Počet směn odpracovaných na stroji za rok	
PO	–	Požární ochrana	
$P_{Sx}$	–	Počet strojů ve skupině	
$s$	–	Průměrný počet směn v pracovním dnu	
SAP	–	Primární podnikový informační systém	
SV	–	Strojírenská výroba	
$S_V$	–	Optimální počet jednotek zařízení	
SW	–	Software	
$t_{dk}$	–	Počet kalendářních dnů v období	[den]
$t_{dn}$	–	Počet nepracovních dnů v období	[den]
$t_{do}$	–	Počet dnů prováděných oprav	[den]
$t_{dpr}$	–	Počet dnů nezbytných přestávek v období	[den]
$t_h$	–	Průměrný počet hodin v jedné směně	[h]
$T_{KK}$	–	Celkový normovaný čas potřebný k obrobení roční dávky	[h]
THP	–	Technickohospodářský	
TOP	–	Vrcholový	
$VK_x$	–	Výsledná kapacita strojní skupiny	[%]
VP	–	Výrobní příkaz	

$V_{Tx}$	–	Vykázané hodiny k dílčím typům zakázek v období	[h]
VZT	–	Vzduchotechnika	
WKV	–	Vertikální vyvrtávání	

# Úvod

Jelikož je v dnešním globálním světě mnoho firem, zabývajících se plastikářským průmyslem, není jednoduché si na trhu udržet stálou pozici. Důvodem je neustálý růst konkurenčních firem, které se tak jako všechny podniky snaží o zdokonalování stávajících procesů pro zvýšení konkurenceschopnosti.

Základním pilířem dobře prosperujícího podniku, nebo jeho dílčí části (střediska, útvaru) je efektivní využití všech jeho zdrojů (stroje, personál). V případě strojů se jedná především o jejich správné rozmístění, díky kterému je možno nastavit optimální podmínky logistických, hmotných a informačních toků. Tímto nastavením podnik šetří nejen zbytečné náklady na manipulaci s polotovary, či hotovými výrobky, ale i plýtvání času personálu, který může být využit efektivněji pro tvorbu přidané hodnoty. V případě, že toho z jakýchkoliv důvodů není schopen podnik dosáhnout, může být ohrožena, dříve či později, jeho pozice na trhu.

V návaznosti na potřebu změn ve výrobním programu je vždy nezbytné provést zmapování klíčových procesů a celého logistického řetězce. Následně pak lze provést úpravy či radikálnější změny ve výrobním systému, jejichž výsledkem by měla být stabilizace či zlepšení stávajícího hospodaření podniku a zvýšení konkurenceschopnosti.

Výše uvedené důvody vedly vedení společnosti k zadání této diplomové práce, jejímž cílem je na základě kapacitní analýzy navrhnout optimální počet, druh a prostorové uspořádání strojů pro nové středisko servisu lisovacích nástrojů.

# 1 Obecná charakteristika řešené problematiky

Kapitola je zaměřena na základní pojmy čerpané z odborných, či jiných relevantních zdrojů, ze kterých bude vycházeno při zpracování praktické části této práce.

## 1.1 Vstřikování termoplastů

Jedná se o složitý tepelně-mechanický proces tváření, kdy vzniká hotová plastová součást, která nevyžaduje téměř žádné další opracování. Proces vstřikování ovlivňují tyto faktory<sup>1</sup>:

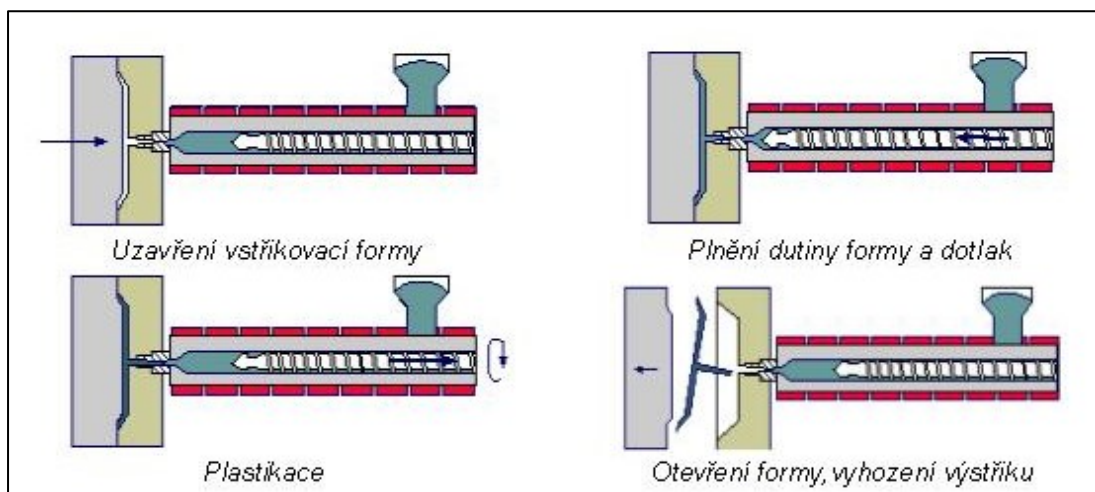
- Použitý materiál
- Vstřikovací cyklus
- Konstrukční řešení lisovacího nástroje

Rozborem plastových materiálů se v práci nebudu zabývat, jelikož nebudou předmětem zpracování této práce.

### 1.1.1 Popis vstřikovacího cyklu

Vstřikovací cyklus je dnes již automatizovaný proces, který probíhá na vstřikovacím stroji a je řízen jeho řídicím systémem. Na lisu je nasazen lisovací nástroj, do jehož dutiny je pod nastaveným tlakem vstříknuta dávka roztaveného termoplastu na nastavenou teplotu (každý materiál má rozdílné tepelné vlastnosti). Zde materiál po určitý opět nastavený čas tuhne. Cyklus je uzavřen otevřením lisovacího nástroje a vyjmutím hotového výlisku z pracovního prostoru cyklu. Následně se forma uzavírá a cyklus se opakuje<sup>1</sup>. Tento proces lze shrnout do jednotlivých kroků a je znázorněn na obrázku 1:

- Uzavření vstřikovací formy;
- Plnění taveného plastu do dutiny nástroje;
- Tuhnutí materiálu v dutině nástroje;
- Příprava dávky pro následný cyklus;
- Otevření vstřikovací formy;
- Odběr hotového výlisku.



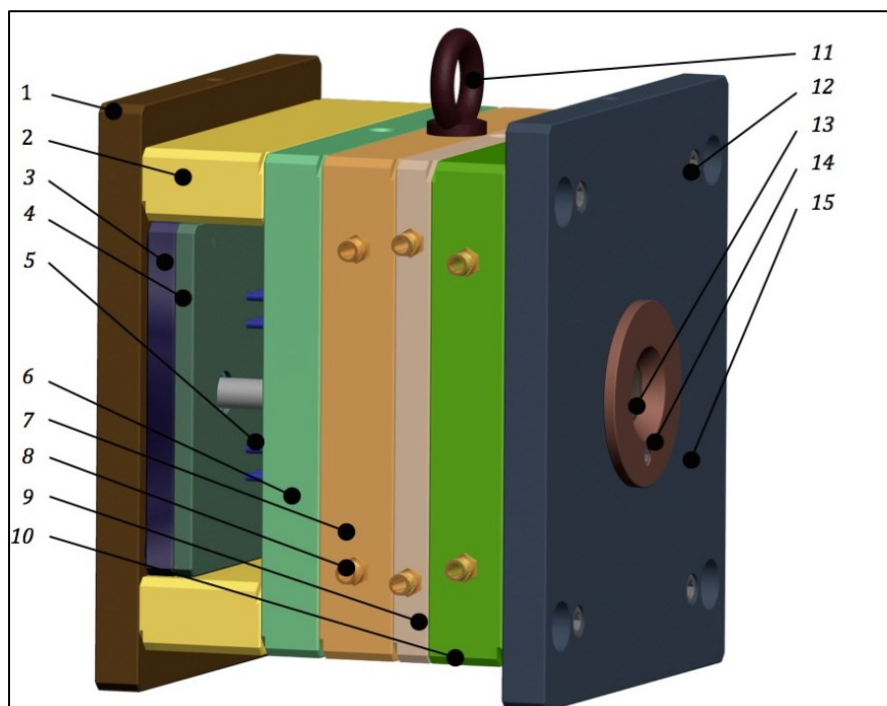
Obrázek 1 – Průběh vstřikovacího cyklu<sup>9</sup>

### 1.1.2 Základní popis konstrukčního řešení lisovacích nástrojů

Lisovací nástrojem je vstřikovací forma, která je navržena a konstruována dle požadavků na tvar a rozměry zhotovených výlisků. Jedná se o tzv. zaformovatelnost, tj. schopnost navrhnout formu tak, aby byl výlisek vyrobitelný v automatickém chodu za krátký čas<sup>2</sup>.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.1.1, forma je dělena na dvě části, a to část pevnou a část pohyblivou. Části jsou děleny dělicí rovinou, která vychází ze zaformovatelnosti výlisku. V pevné části se nachází vtokový systém, přes který je rozvedena tavenina do dutiny formy při vstřikovacím cyklu. Součástí pohyblivé části je tzv. vyhazovací systém, který umožňuje lehké vyjmutí výlisku (nebo jeho vyražení) z formy při jejím otevření na konci vstřikovacího cyklu za pomoci vyhazovacích kolíků<sup>2</sup>.

Protože existuje nespočet variant konstrukčních provedení vstřikovacích forem, využijí k základnímu popisu tu nejjednodušší možnou. Jedná se o dvoudeskovou vstřikovací formu, která je znázorněna na obrázku 2 v uzavřeném stavu s číselným označením jednotlivých součástí, kdy jejich legenda je zpracována v tabulce 1.



Obrázek 2 – Vstřikovací forma dvoudesková<sup>10</sup>

Tabulka 1 – Legenda součástí dvoudeskové vstřikovací formy<sup>10</sup>

Číslo pozice	Popis
1	Upínací deska pohyblivé části formy
2	Rozpěra
3	Hlavní vyhazovací deska
4	Přidržovací vyhazovací deska
5	Vyhazovač
6	Podpěrná deska
7	"B" Deska
8	Přípojka chlazení
9	"C" Deska
10	"A" Deska
11	Manipulační oko
12	Hlavní montážní šrouby
13	Vtoková vložka
14	Středící kroužek pevné části formy
15	Upínací deska pevné části formy

Forma se nazývá dvoudesková z toho důvodu, že pouze dvě desky přicházejí do styku s taveninou<sup>10</sup>.

Z toho vyplývá, že forma dává tavenině po ochlazení její výsledný tvar i požadovanou přesnost při zachování požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností. Každá forma je svým konstrukčním provedením prototyp.

Požadavky na kvalitu konstrukce a výroby formy můžeme shrnout na<sup>2</sup>:

- **Technické** – pro správnou funkci formy, tj. životnost, přesnost, kvalitu;
- **Ekonomické** – nízká pořizovací cena formy, vysokou produktivitu;
- **Bezpečné** – bezpečná výroba formy, bezpečný provoz.

### 1.1.3 Vývoj v oblasti vstřikování plastů

Protože se v poslední době ve všech oblastech průmyslu diskutuje nad tématem čtvrté průmyslové revoluce, i v průmyslu vstřikování termoplastů se objevují a zavádějí prvky, které se do této oblasti mohou zařadit, nebo prvky které jsou dnes standardně dodávány se vstřikovacími lisami. Jedná se například o:

- Řízené dávkování granulátu;
- Řízená dopravu granulátu;
- Vyjímání a manipulace s výlisky za pomoci robotů;
- Zakládání dílů pro obstrík robotem;
- Následné montážní úkony s využitím robotů<sup>3</sup>.

Jako příklad lze zde uvést program Inject 4.0 od velkododavatele firmy Engel, která do firmy Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. dodává převážnou většinu vstřikovacích lisů. Pod názvem tohoto programu je možno nalézt vhodné technologie a infrastrukturu pro vytvoření inteligentního strojového parku k plnému využití strojních možností. Ty se mohou uplatnit ve třech vzájemně provázaných oblastech<sup>11</sup>:

- **Smart Machine** – zvýšení stability procesu a kvality prostřednictvím autonomně regulovaných systémů;
- **Smart service** – maximalizace spolehlivosti strojů pomocí inteligentních nástrojů pro monitorování a vzdálenou údržbu;
- **Smart production** – Zajištění vysoké produktivity pomocí MES systémů pro vstřikování plastů.

Vývoj se dotýká i samotné konstrukce vstřikovacích forem, a to s požadavky na využití prvků, díky kterým je například možné optimalizovat rychlost výměny nástrojů na vstřikovacích lisech.

## 1.2 Projektování výrobních pracovišť

Hlavní cílem technologického projektu je zabezpečení efektivity výroby v každém čase při zohlednění dynamiky procesů. Potřeba vypracovat nový technologický projekt vychází ze dvou skutečností<sup>7</sup>:

- **Intenzivní rozvoj výrobní základny** – rozšíření výrobních kapacit pro novou výrobu (nové technologie, nový výrobní program, zvýšení množství)
- **Extenzivní rozvoj výrobní základny** – investice do nových výrobních ploch k rozšíření podniku, nebo stavba nového podniku

Při zpracování těchto druhů technologických projektů musí být rozřešeny a zpracovány tyto typy úkolů<sup>5</sup>:

- **Ekonomické** – finanční analýza nákladů spojených s výrobou, materiálem, energiemi, personálem apod.;
- **Technické** – projektování technologických postupů výroby, stanovení fondu pracovního času, potřebných personálních kapacit, výpočet strojních kapacit, zajištění potřebného množství všech materiálů a paliv (stačený vzduch, elektro apod.), výpočet potřebných ploch, rozmístění strojů a podpůrných technologií, bezpečnostní prvky a jiné;
- **Organizační** – vypracování organizační struktury řízení, rozdělení pracovních funkcí a stanovení vzájemné závislosti mezi útvary, řízení technické, administrativní a technickohospodářské.

Výsledkem zpracovaného projektu je dispoziční řešení strojů a pracovišť. Postup zpracování technologického projektu je možné rozdělit do pěti fází<sup>7</sup>:

- I. Projektant sbírá základní informace o výrobcích, nebo náplni práce pracovišť, pro které má navrhnout způsob výroby. Jedná se o základní vstupní data, bez kterých projektant není schopen pracovat na projektu.
- II. Zpracování vstupních dat do potřebné formy z pohledu projekčního, technologického, ekonomického a výpočetního.
- III. Po zpracování vstupních dat nastává vlastní projekční činnost statického projektu
- IV. Zpracování dynamické části projektu, kdy výstupem je dispoziční řešení výrobních pracovišť se všemi náležitostmi.
- V. Provedení ekonomického zhodnocení variant řešení z návrhů dispozičních řešení



## 1.3 Kapacitní propočty v projektování

Z výše uvedených úkolů technologického projektování vychází, že nedílnou součástí technologického projektu jsou kapacitní propočty, které patří k technickým úkolům projektu.

V návaznosti na vstupní data projektu lze z těchto konkrétních dat získat teoretickou potřebu:

- Strojů a zařízení;
- Manipulačních prostředků;
- Výrobních a pomocných dělníků;
- Technickohospodářských a inženýrských pracovníků;
- Výrobních, pomocných a sociálních ploch;
- Energií dle jednotlivých druhů<sup>12</sup>.

### 1.3.1 Využitelný časový fond

Jedním z hlavních problémů stanovení výrobní kapacity je nastavení jednotlivých složek času, které jsou nutné k provedení daného úkolu. Norma tohoto využitelného časového fondu se stanovuje dle analytického vzorce<sup>12</sup>:

$$KT = [(t_{dk} - t_{dn}) \times s \times t_h] - [(t_{do} + t_{dpr}) \times s \times t_h] \text{ [h/rok]} \quad (1.1)$$

kde:

- $t_{dk}$  – počet kalendářních dnů ve sledovaném období  
 $t_{dn}$  – počet nepracovních dnů ve sledovaném období  
 $t_{do}$  – počet pracovních dnů, kdy byly prováděny opravy  
 $t_{dpr}$  – počet dnů ostatních nezbytných přestávek ve sledovaném období  
 $s$  – průměrný počet směn v jednom pracovním dnu  
 $t_h$  – průměrný počet hodin v jedné směně

### 1.3.2 Stanovení optimálního počtu jednotek zařízení

Při navrhování dispozičního řešení je jednou z nedílných složek kapacitních rozborů skutečnost, kolik strojů dané skupiny bude potřeba pro plnění výrobních zakázek. Tento počet je možné zjistit dělením celkového normovaného času na obrábění ročního počtu součástí skutečným ročním počtem hodin práce jednoho obráběcího stroje při příslušném počtu směn<sup>5</sup>.

$$S_V = \frac{T_{KK}}{F_S \times m} \quad (1.2)$$

kde:

$T_{KK}$  – celkový normovaný čas, potřebný k obrobení ročního počtu součástí na obráběcích strojích stejného typu

$F_S$  – skutečný roční počet hodin práce jednoho obráběcího stroje při práci na jednu směnu

$m$  – počet směn odpracovaných na obráběcím stroji za den

## 1.4 Dispozičního řešení

Jedná se o rozhodující části projektové dokumentace, pro realizaci nově navržených, nebo modernizovaných výrobních systémů.

Stroje, jejich typ a druh, které jsou určeny dle provedených kapacitních propočtů, materiálových a informačních toků musí být rozmístěny do vymezeného prostoru tak, aby byly minimální přepravní výkony. Rozmístění je závislé na těchto podmínkách<sup>6</sup>:

- **Technologických** – hmotnost a velikost strojů, přesnost výroby;
- **Stavebně energetických** – podmínky prostředí, do kterého stroje navrhujeme;
- **Investičně-ekonomického charakteru** – zohlednění racionalizace a optimalizace;
- **Materiálových toků** – dodržení pravidel pro materiálový tok.

Z výše uvedených podmínek vyplývá, že zhotovené návrhy dispozičních řešení musí být založeny na detailně promyšleném výrobním procesu. Z tohoto hlediska je dobré před návrhem využít detailního zpracování schémat výrobního procesu, na základě kterých budou návrhy zpracovány. Mezi nejčastěji využívaná schémata patří<sup>4</sup>:

- Paralelní schéma;
- Smíšená schémata.

## 2 Cíle práce

V diplomové práci jsem si stanovil několik cílů, jejichž naplnění by mělo vést ke zlepšení stávajícího stavu.

**Primárním cílem** je navrhnout optimální dispoziční uspořádání pro nové středisko po reorganizaci.

Pro naplnění primárního cíle je nutné nejprve splnit **cíle sekundární**, k nimž patří:

- Podání základních informací o společnosti;
- Zmapování dílčích procesů po trase logistického řetězce při stávajícím stavu strojírenské výroby v podniku;
- Sestavení vývojového diagramu hmotného toku;
- Provedení kapacitních propočtů současného využití zdrojů (stroje, personál);
- Separaci nevyužitých zdrojů dle výstupů z kapacitních propočtů

### 3 Analýza současného stavu


V úvodu kapitoly provedu stručný popis společnosti. Následně se zaměřím na analýzy klíčové pro vlastní řešení dané problematiky.

#### 3.1 Stručný popis společnosti

Kapitola je zaměřena na stručný popis firmy Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. (dále budu používat zkratku HM-CZ).

Počátek působení firmy Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. (dále jen HM-CZ) se datuje k roku 2006, kdy byla začleněna do nadnárodního koncernu Husqvarna. Je členěna na dva výrobní závody dle programů výroby. Základní dělení závodů dle výrobních programů je uvedeno v tabulce 2 se znázorněním příkladů v obrázku 3<sup>13</sup>.

*Tabulka 2 – Základní dělení závodů dle programů výroby*

Výrobní závod	Výrobní programy
HM-CZ Vrbno	Vstřikování termoplastů
	Konstrukce a strojírenská výroba
	Montáže plastových dílů
	Výroba finálního produktu
HM-CZ Bruntál	Montáže plastových dílů
	Výroba finálního produktu
	

*Obrázek 3 – Příklady z výrobních programů*

Diplomová práce bude zaměřena pouze na výrobní program **Strojírenské výroby** v areálu závodu ve Vrbně pod Pradědem, který je zobrazen na leteckém snímku v obrázku 4.



Obrázek 4 – Letecký snímek areálu závodu Vrbno pod Pradědem<sup>14</sup>

## 3.2 Základní popis programu strojírenské výroby

V kapitole se zaměřím na základní popis výrobního programu strojírenské výroby. Uvedu základní historické milníky, provedu analýzu současné výrobní náplně výroby, definuji užívané technologie obrábění a technologie pro podporu mechanických činností.

### 3.2.1 Historie strojírenské výroby v HM-CZ

**Vznik programu** strojírenské výroby se datuje zhruba do 60. let 19. století, kdy existoval jako úsek údržby nástrojů pro lisování tehdejších termosetů. Zde probíhaly standardní údržby, opravy a případné úpravy lisovacích nástrojů (dále jen LN). Strojní park byl v této době složen z malého množství obráběcích technologií, jako jsou klasické stroje pro broušení, soustružení a frézování. Samozřejmě v této době byly i mechanické a údržbářské ruční operace.

**V 80. letech** se na trhu začaly objevovat časté poptávky po termoplastech. Nejednalo se ale pouze o poptávky finálních produktů (výlisků), ale i o výrobu LN, protože firem, které v té době byly schopné nástroje vyrábět, na trhu mnoho nebylo. Firma začala v první etapě investovat značné prostředky do „obnovy“ strojního parku v programu lisování, tj. přechod ze strojů pro zpracování termosetů na stroje pro zpracování termoplastů.

Následným krokem byla i investice do rozšíření prostor pro tehdejší úsek údržby nástrojů, nákupu nových technologií pro obrábění a podporu mechanických činností. Tímto krokem se k běžným údržbám, opravám a úpravám LN připojila i samotná výroba a ve firmě byl založen nový výrobní program strojírenské výroby.

**V současnosti** je strojírenská výroba schopna technologicky vykrývat jak výrobu nových nástrojů (lisovací formy), tak i jejich údržbu, opravy a úpravy samostatně. Pro tuto potřebu je zde využito rozsáhlého strojního parku a velké množství odborných profesí.

Dostupné technologie obrábění s jednotlivými počty obráběcích strojů jsem znázornil v tabulce 3.

Tabulka 3 – Současné technologie obrábění

Typ obrábění	Technologie	Počet strojů
Klasické obrábění	Soustružení	2
	Frézování	2
	Broušení	4
	Vrtání a vyvrtávání	5
	Řezání	2
Programové obrábění	CNC frézování 3osé	6
	CNC frézování 5osé	1
	EDM obrábění (hloubení)	5
	EDM obrábění (řezání)	1
	Gravírování	1
<b>Celkem strojů</b>		<b>29</b>

Strojírenská výroba také disponuje prostory tzv. kalírny, kde se nachází technologie pro tepelné zpracování a zušlechťování drobnějších strojních součástí.

Pro podporu mechanických prací je zde využita také řada technologických zařízení. Tato zařízení jsem uvedl v tabulce 4, vč. jejich počtů.

Tabulka 4 – Zařízení pro podporu mechanických činností

Technologické zařízení	Počet zařízení
Tušírovací lis	2
Mobilní nástrojářská bruska	2
Mobilní hydraulický závitořez	1
Ultrazvukové leštící zařízení	1
Automatický odmašťovací stroj	1
Pískovací zařízení	1

### 3.2.2 Současná výrobní náplň strojírenské výroby

Výrobní náplň strojírenské výroby je dnes možné rozdělit do dvou základních skupin, a to na interní a externí zakázkovou výrobu. K těmto skupinám jsem přiřadil bližší definice činností, které jsem popsal a shrnul do tabulky 5. Pro větší přehlednost jsou skupiny barevně rozlišeny.

Tabulka 5 – Současná výrobní náplň strojírenské výroby

Typ zakázky	Definice	Popis
Externí	Nové LN	Výroba nových LN; Placeno externím zákazníkem.
	Úprava LN	Úprava LN na požadavek zákazníka; Placeno externím zákazníkem.
	Obnova LN	Oprava LN na požadavek zákazníka; Placeno externím zákazníkem.
	Kooperace	Dílčí subdodávka operací na LN pro zákazníka, nebo výroba dílů dle dokumentace; Placeno externím zákazníkem.
Interní	Úprava LN	Úprava LN na interní požadavek; Placeno interně – mezi-střediskové platby.
	Oprava LN v sérii	Oprava LN na interní požadavek; Placeno interně – mezi-střediskové platby.
	Údržba LN	Periodická údržba LN v sériové výrobě; Placeno interně – mezi-střediskové platby.
	Výroba náhradních dílů	Díly pro udržení chodu vstřikovacích lisů, nebo jiných zařízení v HM-CZ; Placeno interně – mezi-střediskové platby.
	Součásti – kooperace	Výroba dílů pro realizaci nových investic ve firmě; Placeno interně – mezi-střediskové platby.

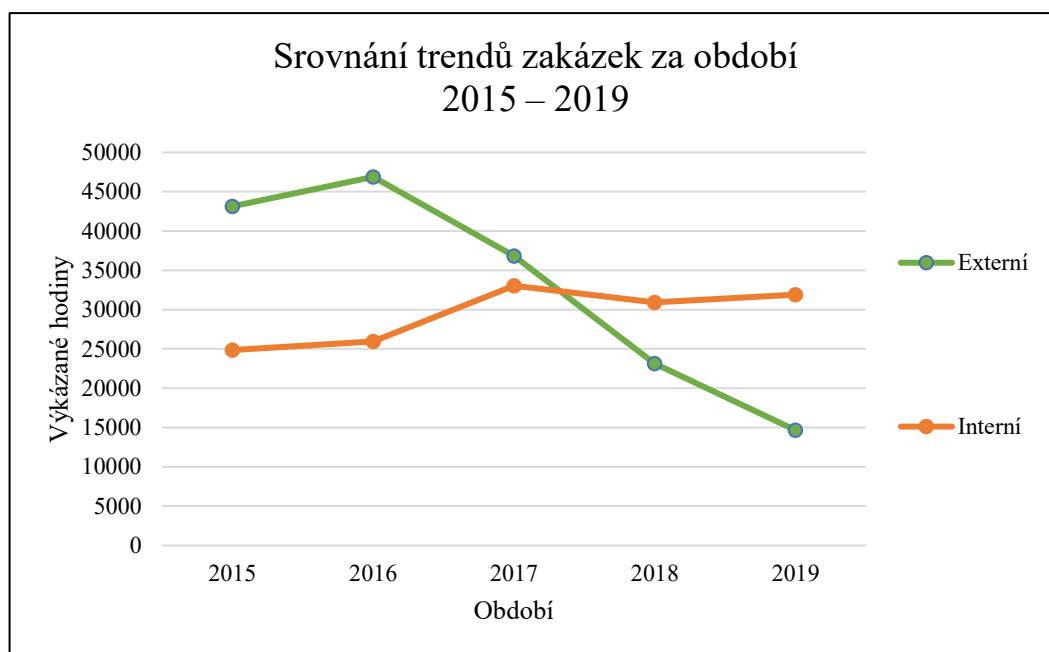
Pro určení podílu vybraných typů zakázek jsem provedl analýzu controllingových dat z interního systému SAP. Jedná se o celkové vykázané hodiny na určitých vybraných typech zakázek v období 2015 – 2019. Tyto výkazy za období jsem doplnil k jednotlivým typům zakázek (z tabulky 5) a shrnul do tabulky 6. Pro větší přehlednost jsem v tabulce zachoval barevné rozlišení.

Tabulka 6 – Výkazy hodin k jednotlivým zakázkám v období 2015 – 2019

Typ zakázky		Celkový počet vykázaných hodin za období				
		2015	2016	2017	2018	2019
Externí	Nové LN	28 672	20 483	18 502	3 563	2 227
	Úpravy LN	4 339	4 708	6 035	2 848	2 517
	Obnovy LN	3 963	8 524	5 506	12 309	5 544
	Kooperace	4 139	11 146	4 760	2 410	2 354
	<b>Celkem</b>	<b>43 128</b>	<b>46 877</b>	<b>36 819</b>	<b>23 147</b>	<b>14 662</b>
Interní	Úprava LN	19 941	21 140	27 238	25 849	27 453
	Oprava LN v sérii					
	Údržba LN					
	Výroba náhradních dílů	3 696	3 782	5 798	5 022	4 072
	Součásti-kooperace	1 215	1 022	0	41	354
	<b>Celkem</b>	<b>24 852</b>	<b>25 943</b>	<b>33 036</b>	<b>30 911</b>	<b>31 879</b>

Výkazy pro položky interních úprav LN, oprav LN v sérii a jejich údržby jsou sjednoceny, jelikož se účtují do systému na jednotnou zakázku, která je přiřazena k danému LN v době jeho užívání bez ohledu na typ opravy či údržby.

**Zajímavostí je narůstající trend počtu výkazů na interních zakázkách při klesání počtu výkazů na zakázkách externích.** Pro přehlednost jsem tyto skutečnosti znázornil v grafu 1, kde jsem pro větší přehlednost využil stejné barevné rozlišení, jako v předešlých tabulkách.



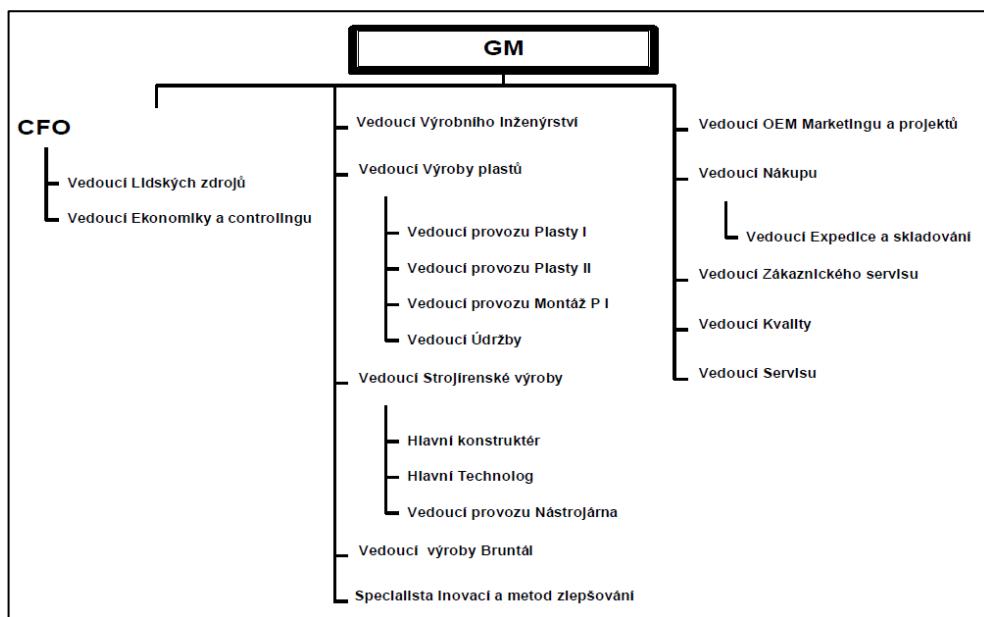
*Graf 1 – Srovnání trendů zakázek za období 2015 – 2019*

### 3.3 Organizace strojírenské výroby

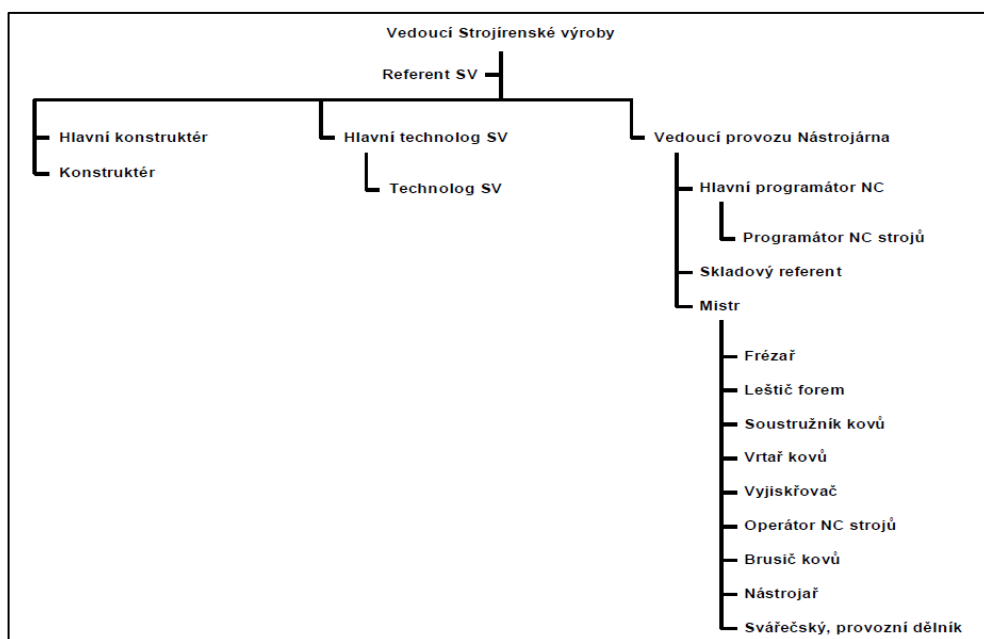
Pro popis organizace strojírenské výroby jsem využil tzv. funkční organizační schéma, které je interním dokumentem společnosti. Z vyššího pohledu je strojírenská výroba jako samostatně organizovaný výrobní útvar (složení středisek), kdy vedoucí strojírenské výroby spadá pod TOP management společnosti. Tato skutečnost je znázorněna v celkovém funkčním organizačním schématu na obrázku 5.

Schéma, viz obrázek 6, obsahuje aktuální pracovní pozice (dle platných pracovních smluv) s označením hierarchického uplatňování pravomocí.





Obrázek 5 – Celková funkční organizační struktura HM-CZ<sup>16</sup>



Obrázek 6 – Funkční organizační struktura Strojírenské výroby<sup>17</sup>

### 3.3.1 Analýza současných personálních kapacit strojírenské výroby

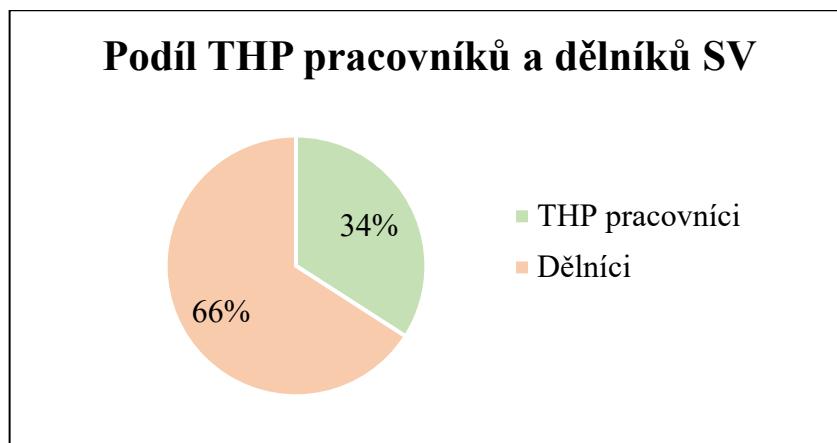
Každá pracovní pozice má smluvně vymezený popis činností, které daná osoba musí vykonávat. Tento popis činností je obsahem interního dokumentu tzv. katalogu prací. V tabulce 7 jsem k daným pracovním pozicím přiřadil aktuální počet pracovníků a barevně rozlišil pracovníky technickohospodářského charakteru (značeno zeleně) a dělnického charakteru (značeno růžově).

*Tabulka 7 – Současné počty pracovníků strojírenské výroby<sup>18</sup>*

Název pracovní pozice	Počet pracovníků
Vedoucí strojírenské výroby	1
Referent SV	1
Hlavní konstruktér	1
Konstruktér	3
Hlavní technolog	1
Technolog	2
Vedoucí provozu Nástrojárna	1
Hlavní programátor NC strojů	1
Programátor NC strojů	2
Skladový referent	1
Mistr	1
THP celkem	15
Frézař	2
Leštič forem	1
Soustružník kovů	2
Vrtař kovů	2
Vyjiskřovač (operátor EDM)	4
Operátor NC strojů	5
Brusič kovů	2
Nástrojář	10
Svářečský, provozní dělník	1
Dělnické profese celkem	29

Z tabulky vyplývá, že v současné době je ve strojírenské výrobě celkem 44 zaměstnanců. Také je z tabulky patrné, že dělnické profese jsou smluvně přiřazeny k jednotlivým technologiím.

Zajímavostí je podíl pracovníků technickohospodářského (dále jen THP) a dělnického charakteru, viz graf 2.

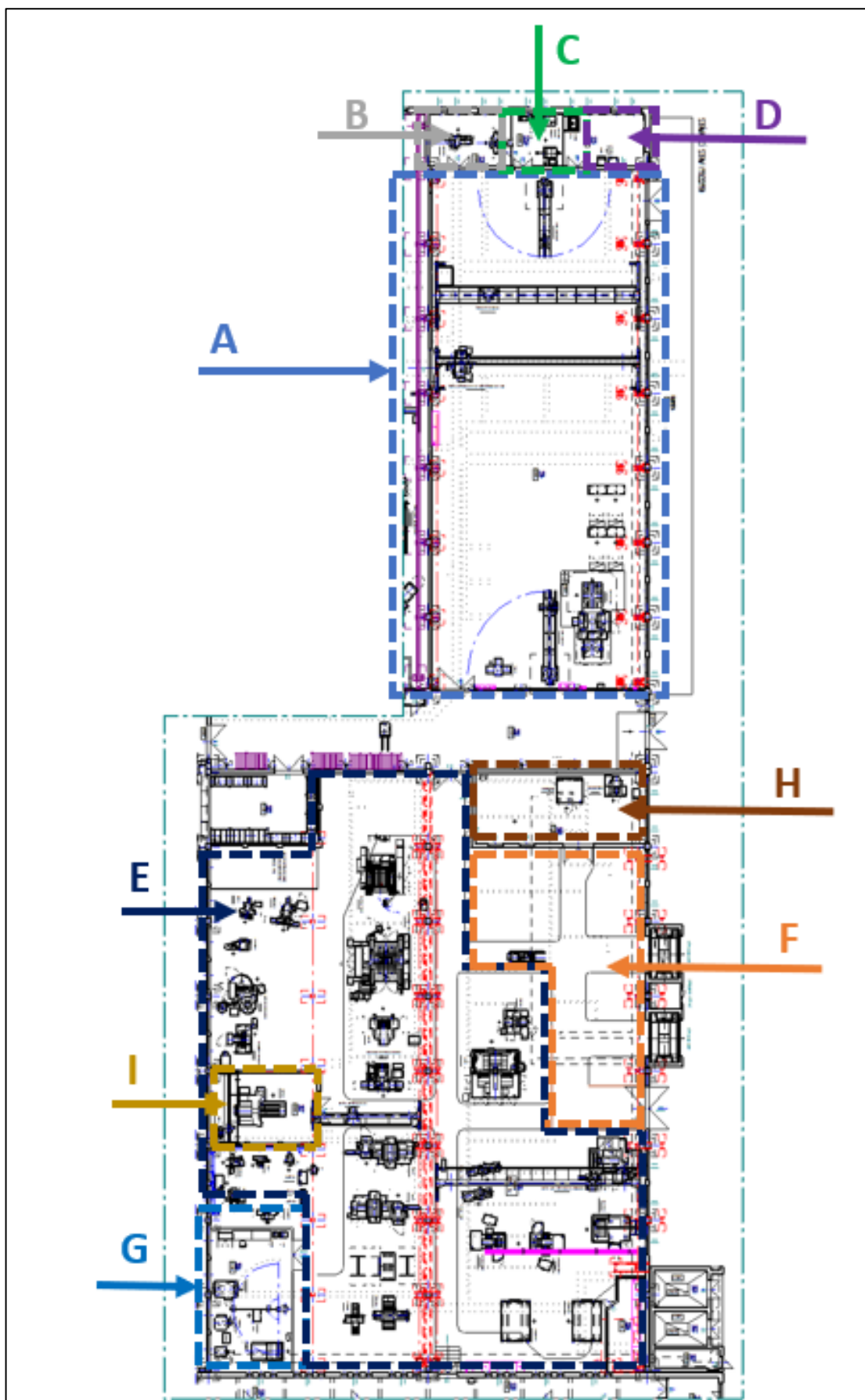


*Graf 2 – Podíl THP pracovníků a dělníků SV*

### **3.4 Popis výrobních prostor strojírenské výroby**

Výrobní prostory strojírenské výroby jsou dnes rozděleny do dvou hal a přilehlých místností.

Pro základní znázornění využiji výkres aktuální technologické dispozice, který jsem rozdělil do několika bloků, pomocí barevného rozlišení a písemného označení. Výkres je znázorněn na obrázku 7.



Obrázek 7 – Blokové rozdělení technologické dispozice<sup>19</sup>

Následně jsem vypracoval legendy dílčích bloků s jejich interním označením (interní názvy prostor), se základní prostorovou charakteristikou a užitnou plochou. Legendy jsou shrnuty v tabulce 8, dle členění hal s přidruženými a vestavěnými místnostmi (nástrojárna, strojní dílna).

*Tabulka 8 – Legenda haly nástrojárny a přidružených místností*

Část bloku	Interní označení	Popis bloku	Užitná plocha [m <sup>2</sup> ]
A	Hala nástrojárny	Prostor haly nástrojárny je využit převážně k mechanickým úkonům na LN. V hale jsou osazeny dva mostové jeřáby o nosnosti 16 tun a dva otočné sloupové jeřáby o nosnosti 5 tun. Slouží k manipulaci s nástroji (přesun, obracení, de/montáž). Také jsou zde umístěny dva tuširovací lisy pro simulaci uzavíracích sil nástrojů a kontrolu lícování. Každý mechanik zde má svůj pracovní stůl (ponk) a skříň s náradím pro provádění mechanických úkonů. V hale je taktéž umístěn automatický odmašťovací stroj pro mytí LN od nečistot.	730
B	Brusárna	V místnosti brusárny se nachází universální hrotová bruska (pro rotační broušení) a vodorovná rovinná bruska (pro lineární broušení). Zařízení jsou umístěna v uzavřené místnosti, jelikož je zde osazen VZT rozvod pro odsávání vzniklého odpadu z broušených součástí.	28,8
C	Svařovna	V místnosti svařovny se nachází všechny technologie pro svařování. Tato místnost podléhá zvýšeným předpisům PO, jelikož je zde prováděna práce s otevřeným ohněm. Taktéž je zde osazen VZT rozvod pro odsávání odpadního vzduchu ze svařovacích procesů a přísun čerstvého vzduchu.	17,6
D	Čistící místnost	Tato místnost je určena k procesu čištění topných těles, která jsou součástí LN. Místnost je uzavřena a opět osazena VZT rozvodem, který je určen k odsávání škodlivých zplodin, které vznikají vypalováním plastové hmoty a přísunu čistého vzduchu. Místnost taktéž podléhá zvýšeným předpisům PO. Dále je zde umístěno pískovací zařízení a ultrazvukové lešticí zařízení.	28,4
E	Výrobní hala	Prostor výrobní haly je využit k obráběcím úkonům. V hale jsou osazeny dva mostové jeřáby o nosnosti 16 tun pro manipulaci s dílčími součástmi LN určenými k obrobení, nebo jinými strojními součástmi. Od roku 2018 je hala dispozičně uzpůsobena i pro dočasný zvýšený pohyb materiálů k projektu robotických sekaček (viz blok F). V hale je umístěna převážná většina obráběcích strojů. Detailnější rozložení bude vypracováno v následující kapitole.	1480

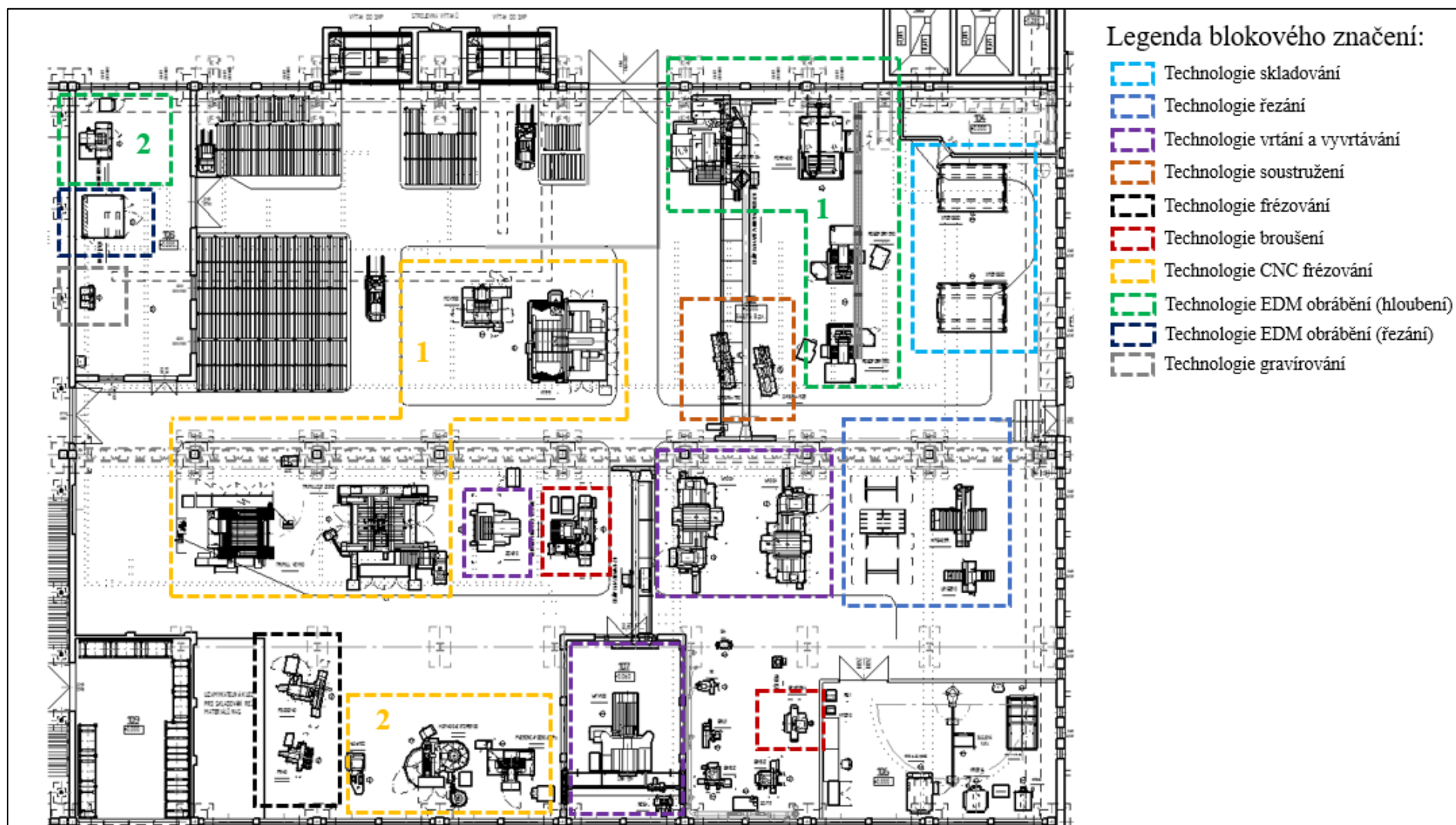
Část bloku	Interní označení	Popis bloku	Užitná plocha [m <sup>2</sup> ]
F	Materiálové toky robotických sekaček	Provizorní prostor pro návozy/odvozy vstupních/výstupních materiálů do haly ve 3. NP budovy, určených k projektu montáží robotických sekaček. Z výkresu je zřejmé umístění dvou výtahů, díky kterým je materiál manipulován do/z prostor montáží ve 3. NP. Tento blok bude využíván do 9/2020, kdy proběhne kolaudace nové stavby skladu. Po tomto datu, bude prostor uvolněn strojírenské výrobě. Při zpracování této práce budu tedy prostor uvažovat jako volný.	258
G	Vestavba kalírny	Již dříve zmíněný prostor pro tepelné zpracování a zušlechťování drobnějších strojních součástí. V místnosti je osazeno celkem 5 pecí, kalící olejová vana a sloupový otočný jeřáb pro manipulaci s břemeny. V místnosti je osazen rozvod VZT pro výměnu vzduchu a odsávání zplodin z tepelného zpracování. Místnost podléhá zvýšeným předpisům PO. Místnost je vestavbou výrobní haly.	77
H	Vestavba EDM	V místnosti je umístěna EDM drátová řezačka, EDM hloubící stroj a gravírovací laser. Místnost byla historicky zbudována z důvodu osazení 3 dvouosých jeřábů o nosnosti 500 kg určených pro obsluhu současných technologií a speciálního přívodu demineralizované vody, která je nutná k provozu EDM drátové řezačky.	78,4
I	Vestavba WKV	V místnosti je umístěna vertikální vyvrtávačka pro zpracování velkých strojních součástí. Místnost byla historicky vestavěna do výrobní haly opět z důvodu osazení mostového jeřábu k manipulaci s břemeny o nosnosti 1500 kg.	47,8

V této práci, nejsou zmíněny kancelářské, hygienické, ani další sociální prostory (WC, šatny, sprchy apod.), protože nejsou pro zpracování tématu relevantní.

### **3.5 Technologické uspořádání strojního parku**

Pro popis umístění obráběcích strojů ve výrobních prostorách strojírenské výroby opět využiji výkresy technologické dispozice. V této kapitole se však zaměřím na rozložení strojů ve výrobní hale a vestavěných místnostech (mimo vestavbu kalírny – blok G z kapitoly 3.4).

Prostor opět rozdělím do bloků, v tomto případě však se zaměřením na technologii obrábění (viz tabulka 3 z kapitoly 3.2). Bloky na výkrese jsem opět barevně rozlišil (dle technologie) a zároveň jsem zpracoval jejich legendu. Výkres výrobní haly a jejích vestavěných místností je znázorněn na obrázku 8.



Obrázek 8 – Rozložení technologií obrábění ve výrobní hale



Pro větší přehlednost jsem výkres technologické dispozice vložil do obrázku 8 v černobílém formátu.

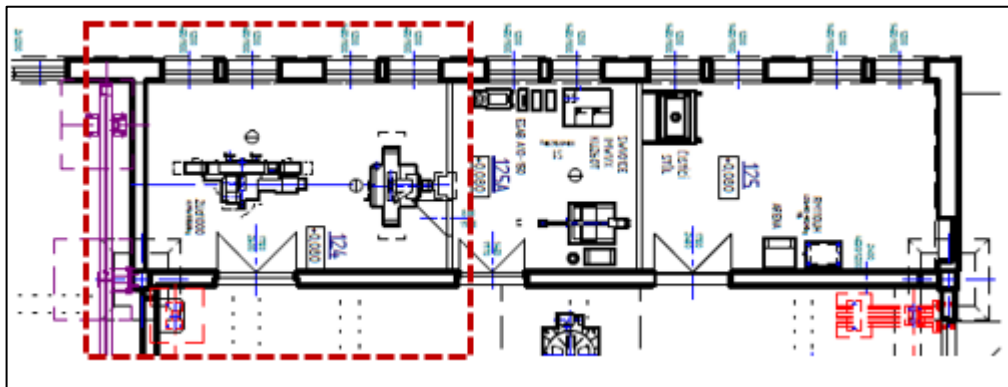
Z obrázku je patrné, že se jedná o pokus o **technologické uspořádání** strojů dle zpracovaných technologických postupů obrábění. Více však zde převažuje uspořádání **volné**. Jelikož se jedná převážně o prototypovou výrobu nástrojů, volba tohoto typu uspořádání není stěžejní problematikou. Shodné bloky (stejně barevné značení) s různým umístěním jsem pro větší přehlednost na obrázku 8 očísloval.

Technologie, které na výkrese nejsou obsaženy v blokovém značení, jsou využity pro podporu obráběcích operací. Jedná se převážně o zařízení pro broušení obráběcích nástrojů, nebo jiných podpůrných úkonů. Tato zařízení jsou znázorněna na pořízené fotografii v obrázku 9.



*Obrázek 9 – Technologie pro podporu obrábění*



Aby bylo možné definovat umístění všech obráběcích strojů, znázornil jsem na obrázku 10 tři místnosti, které jsou přidruženy k hale nástrojárny (viz kapitola 3.4), jelikož se zde nachází místnost brusírny (blok B z tabulky 8), ve které jsou umístěny další stroje k obráběcí technologii broušení. Pro větší přehlednost jsem tuto technologii označil shodně s legendou, která je obsažena na obrázku 8 (červené přerušované značení).






*Obrázek 10 – Výkres vestavěných místností haly nástrojárny*

K jednotlivým technologickým blokům (mimo blok skladování, který se nevztahuje k dané problematice) jsem zpracoval dílčí informační tabulky, ve kterých jsou obsaženy základní informace o obráběcích strojích, tj. fotografie, názvy strojů, jejich rok pořízení, dodavatel a informace o rozměrech, tj. základní rozměry stroje a jejich pracovní rozsah (maximální rozjezdy včetně, rozměry pracovních stolů apod). V tabulkách 9 až 13 jsou vyznačeny stroje se standardním klasickým ovládacím prostředím. V tabulkách 14 až 17 jsou naopak vyznačeny již modernější stroje s ovládacím prostředím CNC. Obrázky, které jsou součástí tabulek, nejsou z důvodu jejich velikostí samostatně značeny.



*Tabulka 9 – Technologie řezání*

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Pila UNI pásová UMB 250	1997	Kaltec SRN	2450x1450x1500	Ø255/320x180
	Pila pásová HMB 405R	1989	Metora SRN	2900x2670x1580	Ø455/620x420



*Tabulka 10 – Technologie vrtání a vyvrtávání*

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Horizontální vyvrtávačka W100	1968	TOS Vansdorf CS	5900x2500x3000	1250x1250x900
	Horizontální vyvrtávačka W100A	1980	TOS Vansdorf CS	5900x2500x3000	1250x1250x900
	Vyvrtávačka vertikální souřadnicová N2BA	1942	Hauser Švýcarsko	910x1030x1500	350x200x200
	Vyvrtávačka vertikální souřadnicová 2A 450	1977	USSR	2440x2350x2600	1000x600x250
	Vyvrtávačka vertikální souřadnicová WKV 100	1963	Kovosvit CS	4060x3000x3300	1600x1000x300





Tabulka 11 – Technologie soustružení

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Soustruh hrotový UNI SV18RA/1125	1969	TOS Trenčín CS	2700x860x1215	Ø380x1125
	Soustruh hrotový UNI SV18RA/750	1974	TOS Trenčín CS	2370x910x1215	Ø380x750







Tabulka 12 – Technologie frézování

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Frézka nástrojářská FN40	1973	TOS CS	1600x1350x1800	700x300x400
	Fréza svislá konzolová FGS32/40	1990	TOS CS	1800x1660x1850	1300x400x400






Tabulka 13 – Technologie broušení

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Bruska hrotová UNI 2UD 1000	1975	TOS CS	2600x1080x1690	Ø290x750
	Bruska rovinná vodorovná BPH20NA	1967	Považské strojárne CS	1770x1360x1320	630x200x460
	Bruska rovinná vodorovná BPH20NA	1970	Považské strojárne CS	1770x1360x1320	630x200x460
	Bruska rovinná vodorovná BRH 40BII/1000	1990	Považské strojárne CS	3450x2330x2180	1500x400x500

Tabulka 14 – Technologie CNC frézování

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Obráběcí frézovací centrum 3-osé TRIMILL CUT2012	2009	TRIMILL a.s.	5260x4480x3800	2000x1200x800
	Obráběcí frézovací centrum 3-osé TRIMILL VC 1110	2014	TRIMILL a.s.	4440x3770x3700	1100x1000x700
	Obráběcí frézovací centrum 5-osé FIDIA 199C 20NC	2006	Fidia IT	3970x3930x3670	1650x750x850
	NC frézka malá 3-osá FV 25 CNC A	2003	OSO Olomouc CZ	2300x2000x2000	760x355x152
	Obráběcí frézovací centrum 3-osé MICRON HSM 400	2009	Micron SW	3160x2350x2630	400x450x350
	Obráběcí frézovací centrum 3-osé MCV 500 QUICK	2004	Kovosvit CZ	2350x2265x2540	500x500x500

Tabulka 15 – Technologie EDM obrábění (hloubení)

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Elektroerozivní hloubicí stroj ROBOFORM 84	2001	Charmilles SW	4350x3655x2900	800x500x500
	Elektroerozivní hloubicí stroj ROBOFORM 400	2011	Charmilles SW	2960x3100x3300	900x700x500
	Elektroerozivní hloubicí stroj ROBOFORM FO550S	2008	Charmilles SW	2845x2630x2735	600x400x550
	Elektroerozivní hloubicí stroj ROBOFORM FO550S	2008	Charmilles SW	2845x2630x2735	600x400x550
	Elektroerozivní hloubicí stroj ROBOFORM 200	1988	Charmilles SW	1770x1600x2500	500x300x300

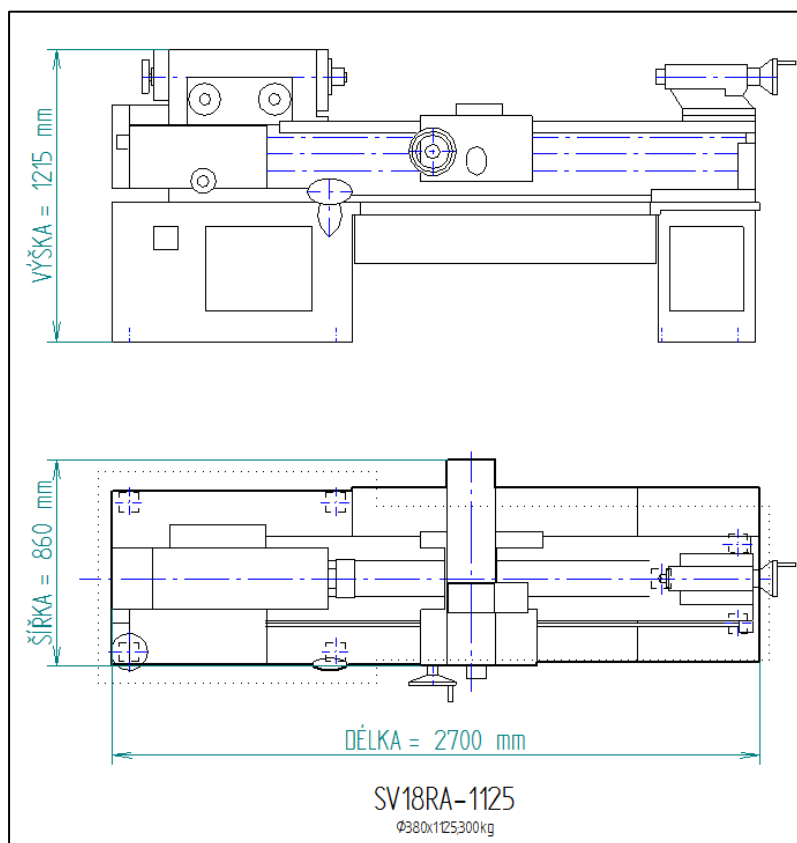
Tabulka 16 – Technologie EDM obrábění (řezání)

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Elektroerozivní drátová řezačka ROBOFIL 510	1995	Charmilles SW	2080x2030x2200	1000x700x400

Tabulka 17 – Technologie gravírování

Základní informace				Informace o rozměrech	
Fotografie stroje	Název stroje	Rok pořízení	Dodavatel	Základní rozměry stroje [mm]	Pracovní rozsah stroje [mm]
	Gravírovací laser GL110	2014	MEPAC CZ	1160x655x1700	0,5x110x110

Udávané parametry základních rozměrů stroje, vycházejí z šablon technologických dispozičních bloků, které jsou po nákupu těchto strojů převáděny, zaznamenávány a uchovávány v elektronických formátech pro případné dispoziční změny ve společnosti. Pro uvedení příkladu definice základních rozměrů jsem vybral blok stroje soustruh hrotový univerzální, typu SV18RA/1125 (stroj z tabulky 12), ke kterému jsem vyznačil uvedené rozměry za pomoci kótování a výsledek znázornil na obrázku 11.



Obrázek 11 – Příklad definice základních rozměrů stroje<sup>20</sup>

## 3.6 Organizace práce ve strojírenské výrobě

Kapitola je zaměřena na analýzu a následný popis dílčích řídicích a řízených procesů pro plnění zakázek ve strojírenské výrobě. Kapitola je rozdělena do podkapitol dle základního členění hmotného toku, kdy výstupem (vyhodnocením analýzy) bude sestavení vývojového diagramu dle platné normy ČSN ISO 5807<sup>8</sup>.

### 3.6.1 Technická příprava výroby lisovacích nástrojů

Technická příprava výroby lisovacích nástrojů je započata vždy po schválení nabídnutých cen zákazníkem. V první fázi následuje vytvoření interní objednávky, tj. požadavek na vystavení účtovací zakázky, buďto zákaznickým servisem, nebo projektovým managementem. Následně se do procesu zapojuje controlling, který v interním systému SAP vytvoří zakázku, kam budou účtovány veškeré náklady spojené s dotčenou akcí. Dle této zakázky je pak referentem SV vytvořen tzv. výrobní příkaz (dále jen VP) v informačním software (dále jen SW) IFS.

V tuto chvíli již může být započata konstrukce nástroje. Konstruktor rozpracovává navrženou hrubou koncepcí za pomoci konstrukčního SW Creo ve 3D. Jakmile je kompletní model vytvořen, zasílá jej k připomínkování technologovi plastů a technologovi SV. V případě schválení začne tvořit výkresové dokumentace, kusovník dílčích součástí, zadává požadavek na objednání nakupovaných komponent (horké systémy apod.). Také zpracuje informace v 3D modelech, které tvarové plochy bude potřeba obrábět na EDM hloubících strojích. V posledním kroku založí do interního, informačního SW IFS tzv. pozice součástí (dle kusovníku), ke kterým přiloží 3D modely a 2D výkresy. Příklad pozicování ze SW IFS jsem znázornil na obrázku 12.

Zakazka	Pozice	Konstrukce
6662	001 TVARNICE	6.2.2020 11:11:10
6662	002 TVARNIK	17.2.2020 10:44:25
6662	003 ROZPERKA	7.2.2020 8:30:14
6662	004 OPERNA_DESKA	7.2.2020 8:30:14
6662	005 VYH_DESKA_OP	7.2.2020 8:30:16
6662	006 VYH_DESKA_KOT	7.2.2020 8:30:16
6662	007 UP_DESKA_PEV	7.2.2020 8:30:17
6662	008 UP_DESKA_POH	7.2.2020 8:30:17

Výrobní příkaz  
Pozice dílu  
Název dílu

Informace o založení  
dílu do systému  
konstruktérem

Obrázek 12 – Příklad pozicování v systému IFS



Z důvodu ochrany osobních údajů, bylo na obrázku odstraněno jméno konstruktéra, jakož i v dalších případech.

Následuje práce technologa SV, který na základě výkresové dokumentace zpracuje technologické postupy výroby jednotlivých součástí a objedná hutní materiál. Každá výrobní operace na určitém technologickém zařízení nese své interní označení, a to jak číselné (interní označení kód KPR), tak i písemné. Tato označení jsem shrnul do tabulky 18 a přiřadil technologie obrábění.

*Tabulka 18 – Tabulka značení strojních operací*

Kód KPR	Operace – stroje	Zkratka operace
9940	Pila pásová	PP
4125	Soustruh hrotový	SM
4715	Vyvrtávačka souřadnicová 2D/450	VS
4718	Vyvrtávačka souřadnicová WKV 100	WKV
4821	Vyvrtávačka vodorovná	HV
5373	Frézka nástrojářská	FD
5525	Bruska hrotová UNI	BK
5613	Bruska rovinná vodorovná	BH
5241	CNC frézka 3osá	FP3
5246	CNC frézka 5osá	FP5
5925	EDM hloubicí stroj	ROB
5955	EDM drátová řezačka	EIR
7777	Gravírovací laser	GL
9170	Kalírna	KA
9440	Mechanici	ME

Z tabulky je zřejmé, že kódy KPR jsou přiřazeny i operacím tepelného zpracování, prováděných v kalírně i mechanickým činnostem.

Jako příklad zpracovaného technologického postupu jsem v obrázku 13 znázornil postup pro výrobu jednoduchého tvarového kolíku a provedl základní popis dílčích prvků.

23.10.2017 12:58:30		Technologický postup		Strana: 1
Zakazka : 5912		Husqvarna Manufacturing CZ		
Dílec : 5912-004 / 4		Testovací přípravy - montáže		
Vytvořen : 04.07.2017 12:59:18		Norma : 12		
Poznámka :		KOLIK MATICE		
		Norma : Jakost : Rozměr:		
<hr/>				
1	Pracoviště : 5955 EIR	Pracovník : TN : 3		
POLOTOVAR VYHAZ. KOLÍK *10 : L=44.2				
<hr/>				
2	Pracoviště : 5955 EIR	Pracovník : TN : 2		
shodně 44,00				
<hr/>				
3	Pracoviště : 5245 FP (5245)	Pracovník : TN : 10		
16±0,05/tvar/1x45				
<hr/>				
<hr/>				

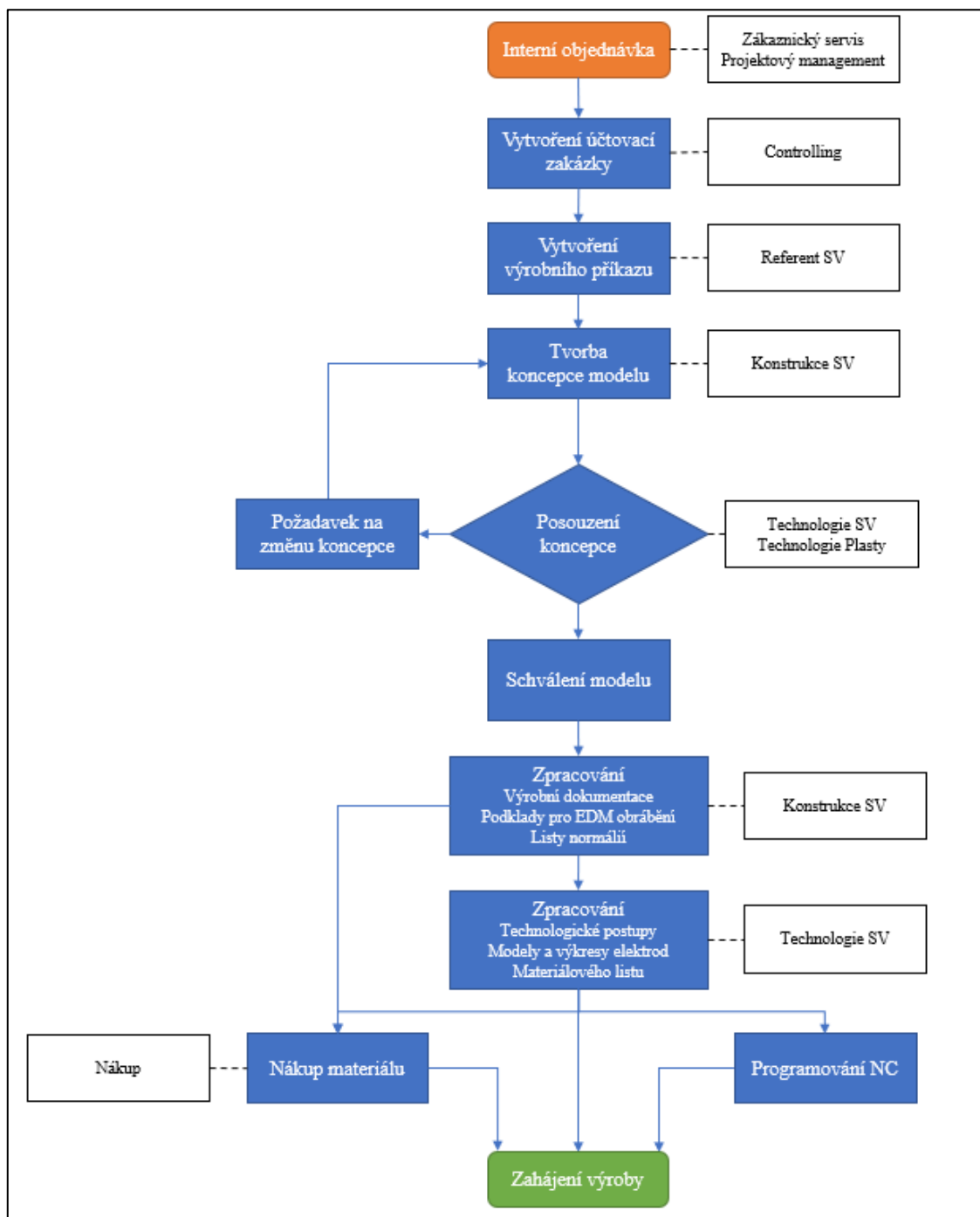
Obrázek 13 – Příklad zpracovaného technologického postupu

V následujícím kroku technolog SV zpracovává 3D a 2D dokumentaci elektrod pro EDM hloubení dle informací od konstruktéra a objednává u externí firmy přířezy polotovarů grafitu pro následné CNC frézování.

V posledním kroku k pozicím v SW IFS, které byly vytvořeny konstruktérem, přiřazuje finální technologické postupy a předává tímto informace programátorům NC strojů, že je možné započít vychystávání programů na CNC frézování a drah na EDM drátovou řezačku.

Celý proces technické přípravy výroby LN jsem ve zjednodušené podobě znázornil v grafu 3.

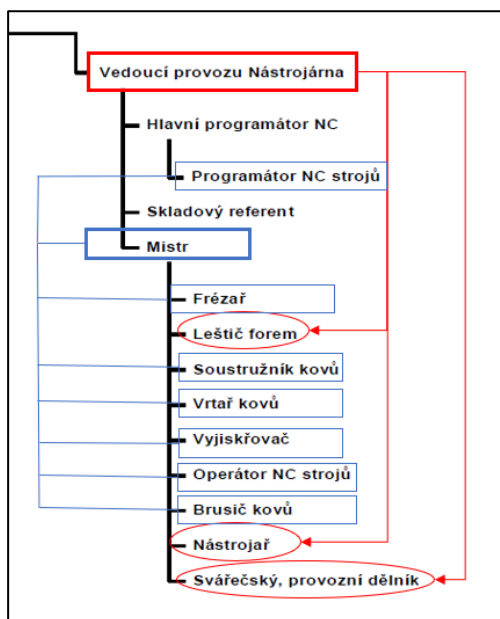




Graf 3 – Vývojový diagram technické přípravy výroby LN

### 3.6.2 Organizace a plánování výroby strojních součástí

**Za organizaci výroby** je zodpovědný vedoucí provozu a mistr SV. Organizačně je mistr zodpovědný za chod celé strojní dílny, tj. zaměstnanci přiřazeni svým pracovním zařazením ke strojům, kdežto vedoucí provozu zodpovídá za veškerou činnost spojenou pouze s mechanickými operacemi. **Z organizačního pohledu se v tomto případě jedná o narušení hierarchického uplatňování pravomocí.** Tuto skutečnost jsem vyznačil na výřezu funkční organizační struktury a znázornil v obrázku 14 s barevným rozlišením organizování práce (modrá – organizace mistr, červená – organizace vedoucí provozu).



Obrázek 14 – Narušení organizačního uplatňování pravomoci

**Za plánování výroby** strojních součástí je zodpovědný mistr. Ten pracuje ze SW IFS, kde má vyznačeny již dříve zmíněné veškeré informace o výrobní zakázce, k ní přiřazených pozicích a technologických postupech, které využívá na dílně jak v tištěné formě společně s výrobními výkresy dílčích součástí, tak i v digitální podobě pro lepší přehlednost. Na základě těchto informací přiřazuje daným strojním operátorům práci, určuje priority výroby a sleduje jejich plnění.

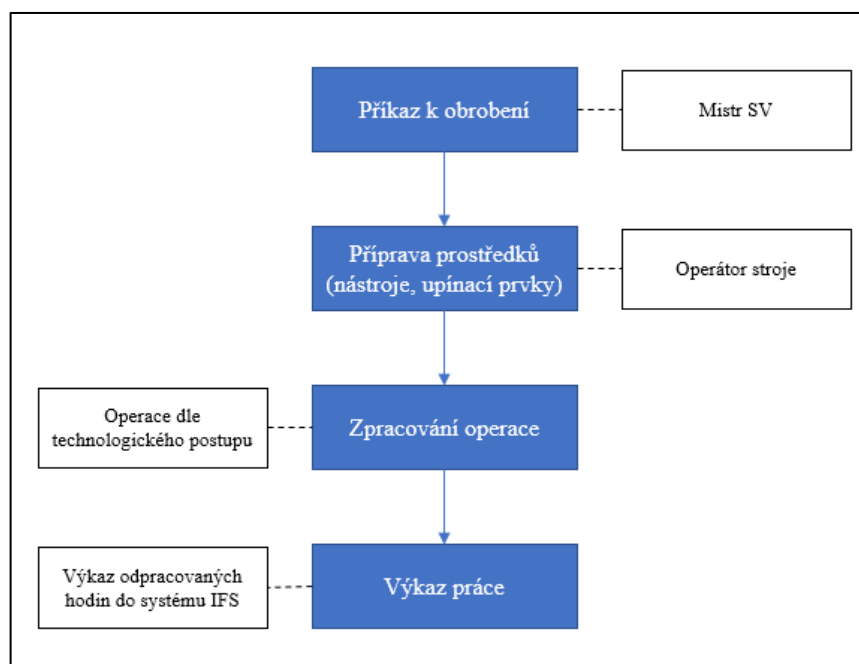
Operátoři po dokončení dané operace (dle zpracovaného technologického postupu technologem), provádějí výkaz práce do systému IFS, kdy pod svým pracovním číslem (číslo vstupní kontrolní karty) vykazují odpracovaný počet hodin u provedené operace na dané pozici, která je obsahem konkrétní zakázky. Příklad výkazové tabulky jsem znázornil na obrázku 15.

Obrázek 15 – Příklad výkazové tabulky strojní operace

Takto vykázané hodiny jsou později konvertovány ze systému IFS do systému SAP, kdy je k nim, dle již dříve zmíněných kódů KPR přiřazena nastavená sazba (strojní hodina technologie, personální a režijní náklady). Na základě těchto údajů probíhá vyhodnocení nákladů k dílčím zakázkám střediskem controllingu.

Výjimkou při vykazování strojních operací je výkaz práce na pile pásové (zkratka PP s kódem KPR 9940 z tabulky 18 v podkapitole 3.6.1), kdy operátor nevykazuje, jelikož je operace účtována jako režijní náklad.

Celý proces organizace obrábění jsem zpracoval jako vývojový diagram a ve zjednodušené podobě znázornil v grafu 4.



*Graf 4 – Organizace obrábění strojních součástí*

**Problémem tohoto systému vykazování je, že je vykazováno pouze dokončení výrobní operace. Protože není evidováno její započetí, není možné sledovat aktuální stav ve výrobě. Tímto systémem je plánování velice ztíženo.**

### 3.6.3 Organizace a plánování mechanických prací

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 3.6.2, za organizaci a plánování mechanických činností je zodpovědný vedoucí provozu SV. Aby bylo možné blíže specifikovat organizaci mechanických činností nástrojárny, rozdělil jsem tyto činnosti do tabulky 19 dle typu a provedl jejich základní popis.

*Tabulka 19 – Popis mechanických činností*

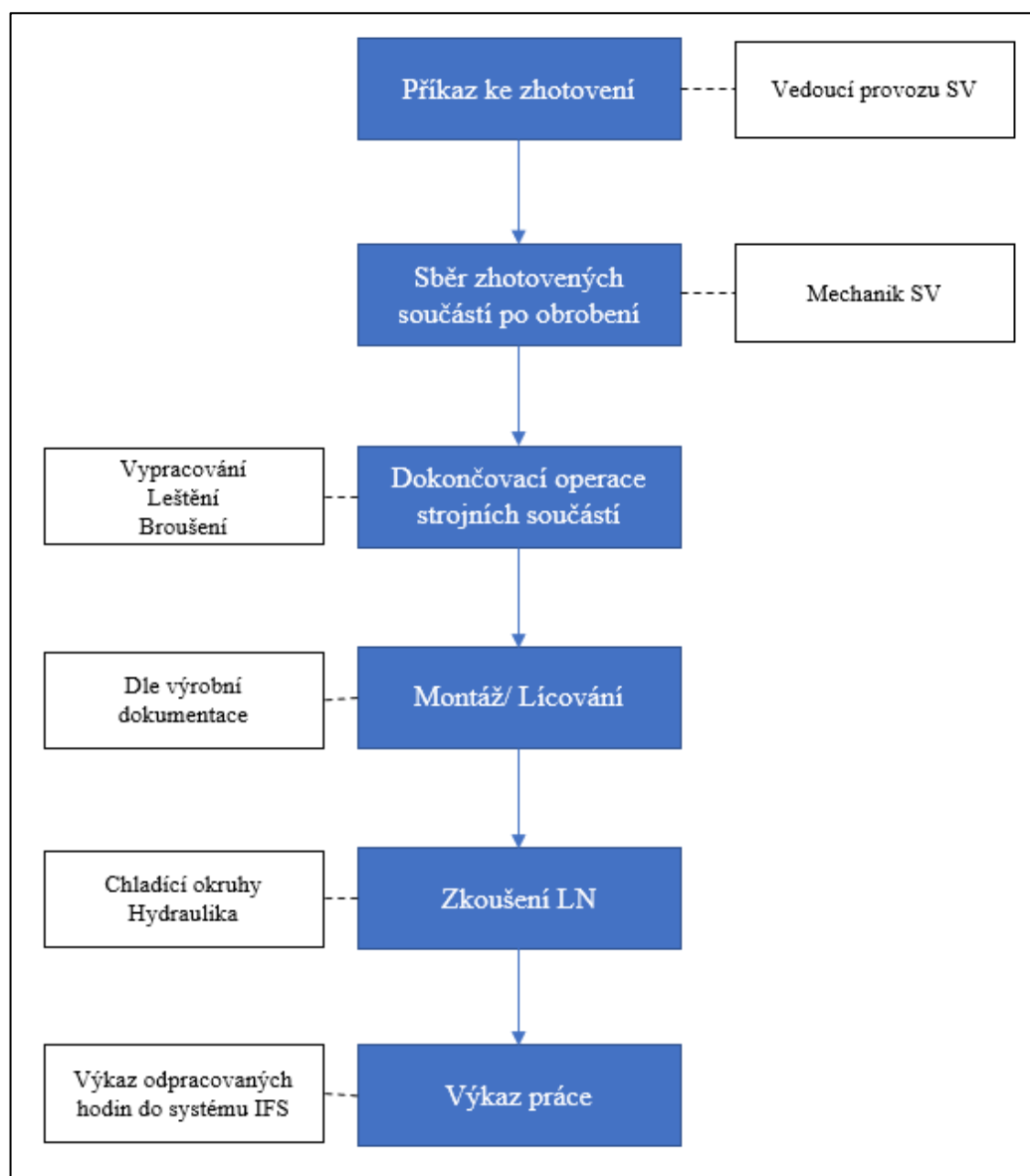
Typ činnosti	Základní popis
Nový LN	Jedná se o kompletní montážní úkony spojené s výrobou nového lisovacího nástroje. Mechanikovi je vedoucím provozu SV přidělena forma, která je montována dle předepsaného technologického postupu a výkresu sestavy. Nejedná se ale pouze o samotnou montáž, ale i o ruční opracovávání tvarových součástí (leštění, ruční broušení) a následné lícování za pomoci využití tuširovacího lisu. Konečným úkonem je přezkoušení chladících a hydraulických okruhů LN pro simulaci připojení na vstřikovací lis.
Úprava LN	Jedná se o obdobné úkony jako při novém LN. Vedoucí provozu SV mechanikovi přidělí formu, kterou v prvním kroku demontuje na součásti, které je potřeba upravit. Ve většině případů se úpravy provádějí na tvarových součástech. Jakmile je demontáž provedena, mechanik hlásí vedoucímu, že jsou součásti připraveny na obrobení. Jakmile je obrobení součástí dle požadavku zhotoveno, opět je dle připraveného technologického postupu započata montáž s případnými dokončovacími operacemi (ruční opracování, lícování a zkoušení okruhů).
Oprava LN	Úkony oprav LN jsou nahodilé a není možno je předpovídat. Samotný požadavek na opravu forem zadává do SV výroba plasty, nebo středisko kontroly kvality. Vedoucí provozu SV přiděluje mechanikovi LN dle priorit, které konzultuje společně s výrobou plasty, kvalitou a zákaznickým servisem. Forma je z výroby dodána i s výliskem (finální produkt), na kterém je kvalitou označena pozice závady (například přetok, vtaženina apod.) V první fázi mechanik formu otevře (forma je z výroby plasty dodána v uzavřeném stavu) a provede analýzu závady. Zjištěnou závadu konzultuje s vedoucím provozu, který je schopen definovat následný postup opravy a dobu, kterou bude oprava trvat. Tu hlásí zákaznickému servisu, aby v případě potřeby obsadil na vstřikovací lis jinou výrobu. Následný postup je obdobný jako u předešlých dvou typů činností.
Údržba LN v sérii	Proces údržby LN je řízen systémem IFS. Každá forma má při uvolnění do série nastavený určitý počet zdvihů, tj. počet výlisků, který může v sérii vyrobit. Po překročení této nastavené hodnoty systém hlásí zákaznickému servisu, že je potřeba provést tzv. údržbu III (interní značení údržby LN), kdy formu musí poslat do SV ke kontrole. Mechanik, kterému je forma přidělena vedoucím, formu demontuje, vyčistí, odmastí, vymění těsnící prvky, provede mazání dynamických prvků a zkontroluje celkový stav. V případě, že je stav formy vyhovující, provede montáž a přezkouší chladicí a hydraulické okruhy. V případě, že na formě zjistí závadu, nastává proces opravy LN.
Jiná činnost	Všeobecné mechanické činnosti např. dokončovací operace na dílcích strojních součástech, tj. sražení hran, vypracování tvarů, leštění apod. vychází z technologických postupů, kdy práci opět přiděluje vedoucí provozu.

Každá z těchto operací je mechanikem vykazována přes vykazovací prostředí do systému IFS. U činností, které jsou definovány zpracovaným technologickým postupem je výkaz stejný jako u obráběcích operací (viz obrázek 15 z podkapitoly 3.6.2). V případě, oprav LN a běžné údržby LN v sérii mechanik vykazuje na VP, které bylo nástroji přiděleno při uvolnění do série. Navíc je uživatelské prostředí odlišné, jelikož mechanik musí provést popis činností, které na formě provedl. Příklad výkazu jsem znázornil na obrázku 16.

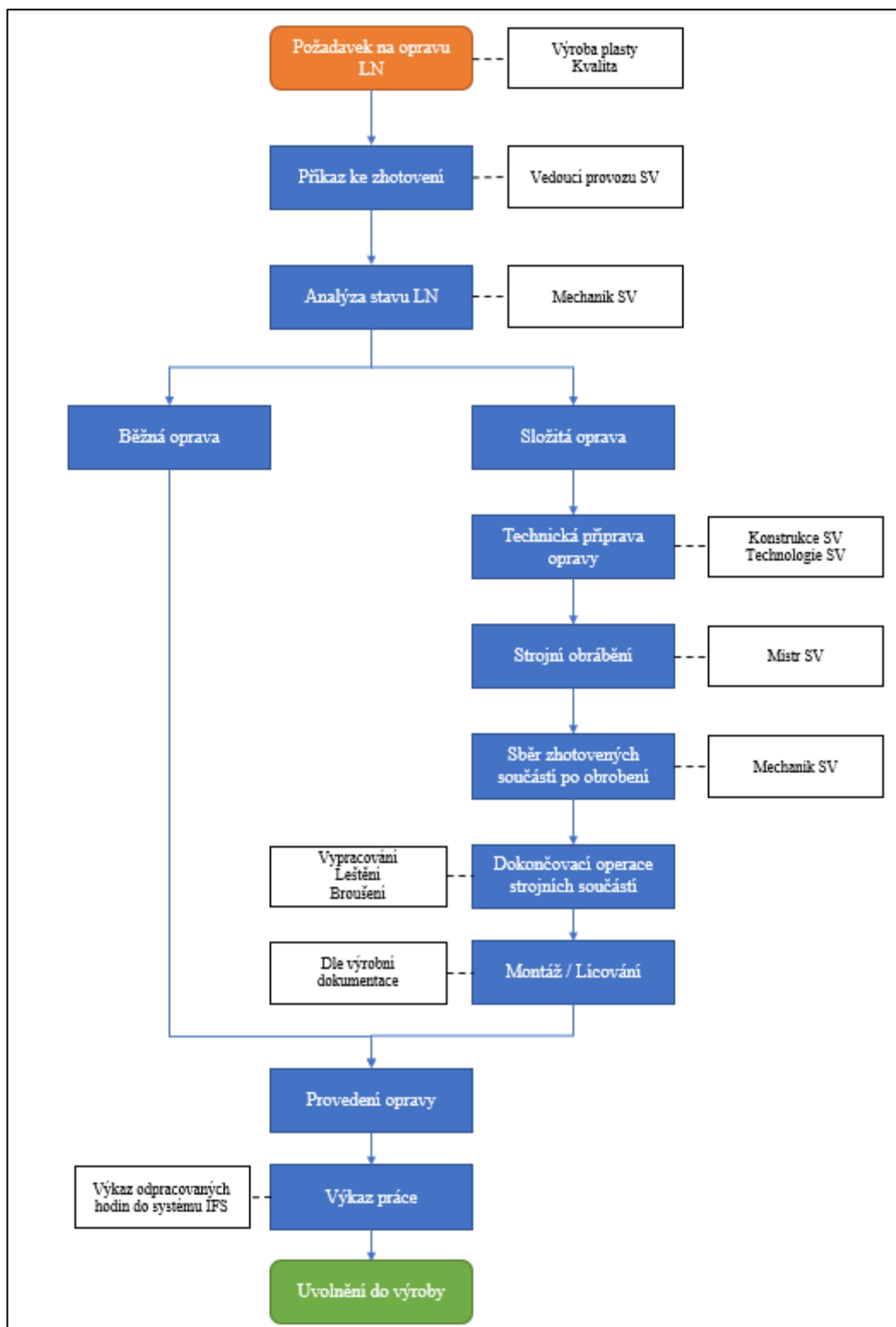
<b>Zadej číslo kontrolky</b>		
<input type="text"/>		
<b>Operace</b>	<b>Odpracované hodiny</b>	
[Vyber operaci] ▼	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Důležité upozornění</b>		
<div></div>		
<b>Popis poruchy</b>	<b>Provedené úkony</b>	
Narazit na vrch formy: VB15018, váha: 153 kg, HMCZ, + dále nechat vyrobít nový štítek, kde bude uveden majitel formy: HMCZ - Vrbno pod Pradědem	<div></div>	
<u>1. Zadat číslo kontrolky.</u> (Nevykazuje pouze přijímá opravu )	<u>1. Zadat číslo kontrolky</u> <u>2. Odpracované hodiny</u> <u>3. Provedené úkony</u>	<u>1. Zadat číslo kontrolky</u> <u>2. Odpracované hodiny</u> <u>3. Provedené úkony</u>
Započat opravu	Vykázat v opravě pokračovat	Vykázat a opravu ukončit

Obrázek 16 – Výkaz mechanické operace do systému IFS

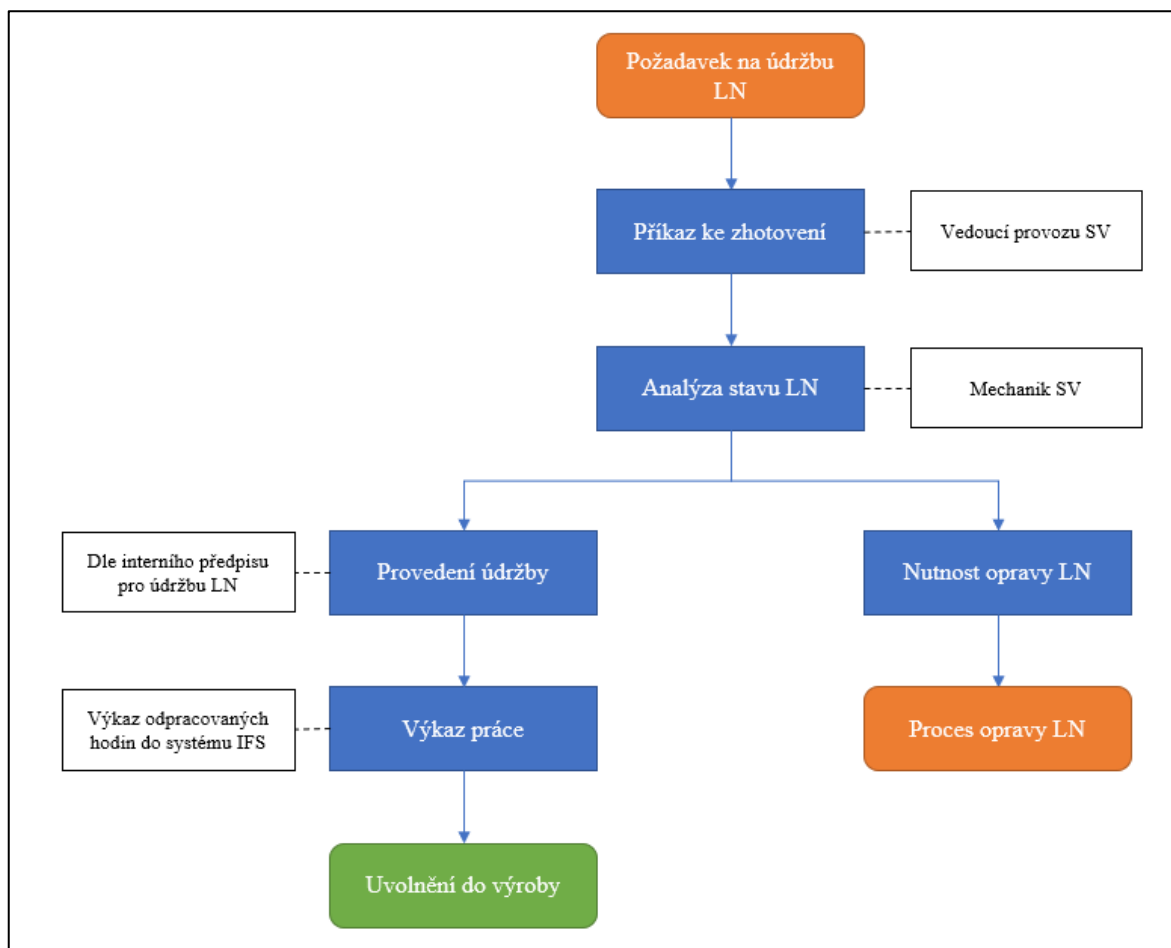
Jednotlivé typy mechanických operací (mimo typ jiných činností) jsem zpracoval ve zjednodušené formě vývojového diagramu, viz grafy 5 až 7.



*Graf 5 – Organizace mechanické činnosti pro nové LN a úpravy LN*



Graf 6 – Organizace mechanické činnosti oprav LN



*Graf 7 – Údržby LN v sérii*

Při analýze jsem narazil na problém u plánování potřeb pro určité typy mechanických operací vůči plánování výroby strojních součástí. **Problém nastává u plánování strojních kapacit při potřebě vyrábět strojní součásti pro nové LN a při potřebě obrobit strojní součásti k urgentní opravě LN v sérii.**

### 3.7 Propočet strojních kapacit za období 2017 – 2019

Tato kapitola je zaměřena na propočet strojních kapacit, které vycházejí z již dříve zmíněných výkazů práce strojních operací (viz podkapitola 3.6.2), a to za období od 01/2017 do 12/2019. Propočet strojních kapacit je zaměřen pouze na vykázané hodiny při plnění interních zakázek (viz tabulka 4 z podkapitoly 3.2.2).



### 3.7.1 Separace výkazů strojních operací

Protože jsou výkazy evidovány do systému (databáze) postupně, tj. dle časového horizontu provedení výkazu, je v **základním prvním kroku** potřeba roztřídit tato data do skupin dle již dříve zmíněných kódů KPR (viz tabulka 18 v podkapitole 3.6.1). Tímto je možné zjistit, počty odpracovaných hodin za vybrané období na dílčích strojních operacích. Data jsem importoval z informačních systémů IFS a SAP (pro případné porovnání rozdílů) do programu Microsoft Excel.

Z důvodu rozsáhlosti dat budu, pro prezentaci postupu v této práci, pracovat pouze s daty ze systému IFS, a to s výkazy oprav LN.

Pro ukázkou příkladu znázornění dat, jsem vybral prvních deset výkazů, u kterých jsem opět odstranil jména pro ochranu osobních dat a vložil je do tabulky 20.

*Tabulka 20 – Příklad znázornění dat výkazů ze systému IFS (zakázky oprav LN)*

STÁHNUTO ZE SYSTÉMU								
Zakázka	Projekt	Název	KPR	KPR název	PRACOVNÍK	Jméno a Příjmení	Hodiny	Období
2234	72010045	Screw Ring CAQ0044 7268A215 (9-2234)	9440	Mechanici - nové formy; 13x	3804	DNK 1 1 1 1 1	11	2017-01
2296	72010065	Endkappe 1-2722 (9-2296)	4125	Soustruh hrotový SV 18RA; 1x1sm	1579	DNK 1 1 1 1 1	1,5	2017-01
2296	72010065	Endkappe 1-2722 (9-2296)	4718	vyrtávačka souřadnicová WKV 100; 1x1s	366	DNK 1 1 1 1 1	5,5	2017-01
2296	72010065	Endkappe 1-2722 (9-2296)	9440	Mechanici - nové formy; 13x	1444	DNK 1 1 1 1 1	7,5	2017-01
2322	72010088	Griffschale, bedruckt 1-0381 (9-2322)	4125	Soustruh hrotový SV 18RA; 1x1sm	820	DNK 1 1 1 1 1	1	2017-01
2322	72010088	Griffschale, bedruckt 1-0381 (9-2322)	9440	Mechanici - nové formy; 13x	1412	DNK 1 1 1 1 1	1,5	2017-01
2324	72010090	Kunststoffnippel 1-2720 (9-2324)	9440	Mechanici - nové formy; 13x	1501	DNK 1 1 1 1 1	11	2017-01
2347	72010110	Counter Adapter 7268A757 (9-2347)	5525	Bruska hrotová universální; 1x1sm	1264	DNK 1 1 1 1 1	1,5	2017-01
2347	72010110	Counter Adapter 7268A757 (9-2347)	5925	Elektroj. hloubicí stroj; 3x2sm	253	DNK 1 1 1 1 1	1	2017-01
2347	72010110	Counter Adapter 7268A757 (9-2347)	9170	Kalíma; 1x	923	DNK 1 1 1 1 1	0,5	2017-01

Ke zjednodušení znázornění dat, jsem v této práci odstranil přebytečné sloupce, jako jsou informace o zakázce – číslo zakázky, číslo projektu, jeho název, jelikož je pro uvedení postupu nebudu dále potřebovat, a také z důvodu ochrany osobních dat i sloupec se jmény pracovníků, kteří danou operaci vykázali.

Protože se jednalo o velice rozsáhlá data, kopíroval jsem je do nových dokumentů (dle typů zakázek), na samostatné karty dle kódů KPR.

V **následném druhém kroku** jsem provedl součet výkazů dílčích operací. Protože se jedná o rozsáhlé období, provedl jsem součty v měsíčních intervalech. Jako příklad pro znázornění jsem vybral výkazy operace soustružení v období 01/2017, které jsou znázorněny v tabulce 21.

*Tabulka 21 – Měsíční součet výkazů operace soustružení (zakázky oprav LN)*

KPR název	Pracovník	Hodiny	Období
Soustruh hrotový	820	2	2017-01
Soustruh hrotový	820	4	2017-01
Soustruh hrotový	820	0,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	1,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	1,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	1,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	3	2017-01
Soustruh hrotový	1527	2	2017-01
Soustruh hrotový	820	2	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	2	2017-01
Soustruh hrotový	820	4	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	4	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	2,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	0,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	0,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	3	2017-01
Soustruh hrotový	820	6	2017-01
Soustruh hrotový	820	1,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	0,5	2017-01
Soustruh hrotový	820	1	2017-01
Soustruh hrotový	820	2	2017-01
Soustruh hrotový	820	1,5	2017-01
<b>Celkem hodin</b>		<b>53</b>	

Z tabulky je zřejmé, že za období 01/2017 bylo vykázáno celkem 53 hodin soustružení na zakázkách pro opravy LN.

**Ve třetím kroku** jsem sestavil tabulku vyhodnocení součtů vykázaných hodin s měsíčními výkazy, se kterými budu následně pracovat, jako se vstupními daty pro propočet kapacit. Jako příklad jsem uvedl v tabulce 22, měsíční výkazy k operaci soustružení za rok 2017.

Tabulka 22 – Měsíční výkazy k operaci soustružení za rok 2017 (zakázky oprav LN)

Období [měsíc]	Měsíční výkazy [h/měsíc]
1/2017	53
2/2017	42,5
3/2017	68
4/2017	46
5/2017	75,5
6/2017	81
7/2017	114
8/2017	61
9/2017	88
10/2017	167
11/2017	167
12/2017	113
Celkem	1076

Z tabulky je zřejmé, že v roce 2017 bylo vykázáno celkem 1076 hodin soustružení pro zakázky na opravy LN.

### 3.7.2 Stanovení využitelného časového fondu strojů

Aby bylo možné propočíst vytížení dílčích strojních kapacit je potřeba zjistit, jaký byl ve vybraném období stanoven **časový fond** pro dílčí technologie obrábění. Ten vychází z analytického vzorce využitelného časového fondu 1.1 (uvedeno v kapitole 1.3.1).

K určení časového fondu je potřeba definovat vstupní data, jako jsou počty pracovních a nepracovních dnů, plánované opravy na strojích, dny určené pro nezbytné přestávky k zajištění plynulého chodu firmy a další. Všechny tyto potřebné hodnoty jsem shrnul v tabulce 23.

Tabulka 23 – Vstupní data pro propočet využitelného časového fondu

Rok	$t_{dk}$	$t_{dn}$	$t_{do}$	$t_{dpr}$	$s$	$t_h$
2017	260	10	2	5	1	7,5
2018	261	10	2	5	1	7,5
2019	261	10	2	5	1	7,5

Hodnoty  $t_{do}$  vycházejí z interního plánu údržby, kdy je uvažováno s odstávkou dvou směn pro provedení údržby každého obráběcího stroje. V této hodnotě nejsou zahrnuty nahodilé přestávky, které ve sledovaném období musely nastat pro potřeby oprav strojů.

Hodnoty  $t_{dpr}$  vycházejí z interních celozávodních odstávek, kde jsou zahrnuty nutné odstávky z důvodu revizí elektrických, nebo jiných rozvodů a roční inventury materiálů a majetku.

Hodnota  $s$  je uvažována u všech obráběcích strojů. Firma uvažuje na obráběcích strojích pouze s jednosměnným provozem.

Na základě těchto hodnot jsem propočítal využitelný časový fond za jednotlivá období. Jako příklad provedu propočet pro rok 2017 s dosazením dat do vzorce 1.1:

$$KT = [(t_{dk} - t_{dn}) \times s \times t_h] - [(t_{do} + t_{dpr}) \times s \times t_h] \quad (1.1)$$

$$KT_{17} = [(260 - 10) \times 1 \times 7,5] - [(2 + 5) \times 1 \times 7,5]$$

$$KT_{17} = 1\,800 \text{ h/rok}$$

Z výpočtu vyplývá, že využitelný časový fond pro 1 obráběcí stroj v roce 2017 činil 1 800 hodin.

### 3.7.3 Vyhodnocení strojních kapacit

Výše uvedeným postupem jsem vyhodnotil strojní kapacity za vybrané období od 01/2017 do 12/2019 pro všechny interní zakázky na všech obráběcích strojích (dle vykázaných obráběcích operací), mimo operaci řezání na pásové pile (viz kapitola 3.6.2).

Pro výsledné vyhodnocení jsem sestavil tabulky k dílčím skupinám strojů, ve kterých jsem propočítal průměrné vytížení skupiny za roční období. V tabulce je uveden počet strojů spadajících do skupiny, zde mohu doplnit roční zjištěné výkazy na jednotlivé typy zakázek. Následně provedu součet těchto výkazů v jednotlivých ročních obdobích. V posledním kroku procentuálně vyjádřím podíl součtu těchto výkazů a propočteného využitelného časového fondu pro daný počet strojů ve skupině, kdy tímto postupem vycházím ze vzorce 1.2 z kapitoly 1.3.2:

$$VK_x = \frac{\sum V_{Tx}}{P_{Sx} \times KT_x} \times 100 \quad [\%] \quad (3.1)$$

kde:

$VK_x$  – výsledná kapacita strojní skupiny [%]

$V_{Tx}$  – vykázané hodiny k dílčím typům zakázek za období

$P_{Sx}$  – počet strojů ve skupině

$KT_x$  – využitelný časový fond stroje za období

K praktickému znázornění postupu propočtu opět využiji skupinu strojů pro operaci soustružení za roční období 2017:

$$VK_S = \frac{2\,416,5}{2 \times 1\,800} \times 100$$

$$VK_S = 67,12 \cong \mathbf{67\%}$$

Všechny propočty pro vyhodnocení kapacit jsem provedl v programu Microsoft Excel. Pro názornou ukázkou jsem v tabulce 24 uvedl vyhodnocení strojní kapacity operace soustružení. Tabulka obsahuje průměrné vytížení strojních operací v jednotlivých letech (zelené označení) a průměrné vytížení za celé sledované období 2017 – 2019 (oranžové značení).

*Tabulka 24 – Vyhodnocení strojní kapacity operace soustružení*

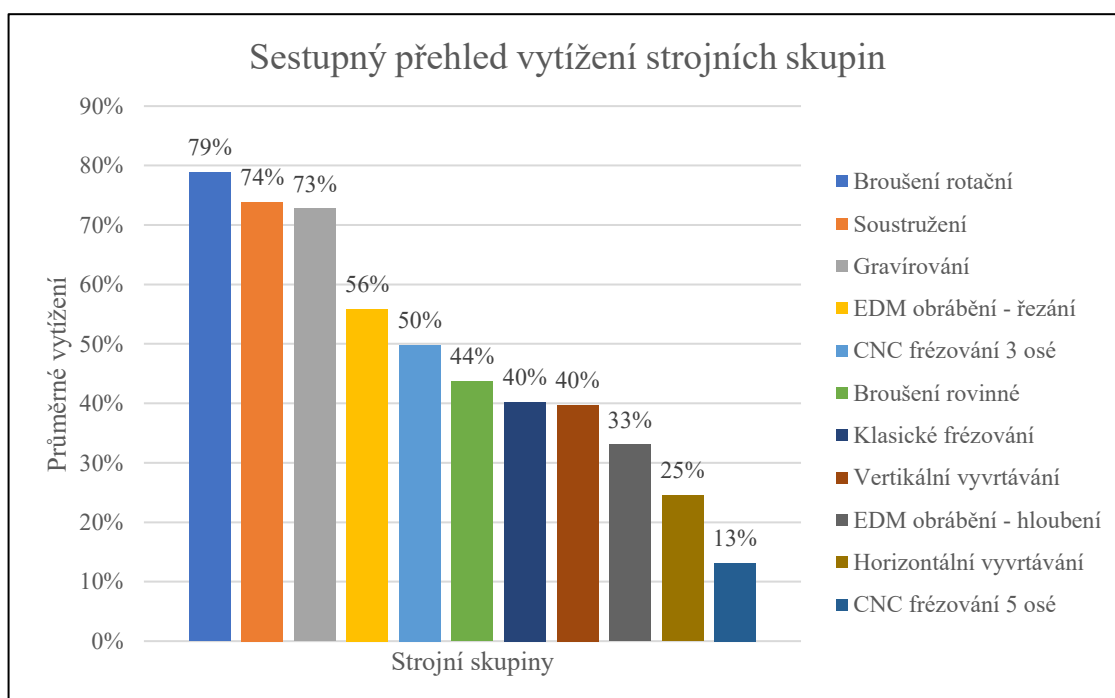
Soustružení								
Období [rok]	Počet jednotek [strojů/skup]	Časový fond <i>KT</i>	Celkový časový fond	LN v sérii	Náhradní díly	Kooperace	Celkem vykázáno	Průměrné vytížení strojů [%]
2017	2	1 800,0	<b>3 600,0</b>	2 231,5	80,5	104,5	<b>2 416,5</b>	67%
2018	2	1 807,5	<b>3 615,0</b>	2 456,0	3,5	136,5	<b>2 596,0</b>	72%
2019	2	1 807,5	<b>3 615,0</b>	2 890,0	10,5	89,0	<b>2 989,5</b>	83%
Průměrné vytížení za sledované období								74%

Díky použití aritmetického průměru v tabulce je zřejmé, že průměrné vytížení soustruhů při plnění interních zakázek za sledované období je **74 %**. Z této hodnoty lze vycházet při propočtu redukce strojních kapacit.

Kompletní výsledky propočtů všech strojních skupin jsou zpracovány v SW Microsoft Excel a jsou **přílohou A** této práce, kdy shrnuté výsledky průměrného vytížení za sledované období jsou uvedeny v tabulce 25.

Tabulka 25 – Přehled průměrného vytížení strojních skupin

Typ obrábění	Počet strojů	Technologie obrábění	Průměrné vytížení [%]
Klasické obrábění	2	Soustružení	74
	3	Vertikální vyvrtávání	40
	2	Horizontální vyvrtávání	25
	2	Klasické frézování	40
	1	Broušení rotační	79
	3	Broušení rovinné	44
Programové obrábění	5	CNC frézování 3osé	50
	1	CNC frézování 5osé	13
	5	EDM obrábění – hloubení	33
	1	EDM obrábění – řezání	56
	1	Gravírování	73



Graf 8 – Sestupný přehled vytížení strojních skupin

I v případě poměrně vysokého strojního vytížení bych chtěl poukázat na skutečnost, že se při provozu všech obráběcích strojů uvažuje pouze s jednosměnným provozem. V případě CNC strojů, při možnosti vícestrojové obsluhy je tato skutečnost nedostatkem. Skutečným problémem je v tomto případě nedostatek náplně práce ve strojírenské výrobě.

## 4 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků

V úvodu kapitoly se zaměřím na popis záměrů vedení společnosti a budoucnosti strojírenské výroby v podniku. Následně provedu zpětné vyhodnocení všech úzkých míst, na které jsem narazil při analýze současného stavu ve strojírenské výrobě.

### 4.1 Záměry vedení společnosti

Vzhledem ke skutečnosti, že v posledních letech úsek strojírenské výroby není schopen cenovými kalkulacemi na externích zakázkách konkurenceschopný, a tudíž není schopen získávat externí zakázky, TOP management společnosti rozhodl o reorganizaci současného útvaru.

Na tuto skutečnost bylo poukázáno v grafu 1, který je obsahem podkapitoly 3.2.2 této práce, kdy od roku 2014 klesá trend výkazů na externích zakázkách, a naopak stoupá trend výkazů na zakázkách interních. Důvodem je v tomto případě skutečnost, že při nedostatku práce jsou více vykrývány interní potřeby podniku (interní zakázky).

Záměrem kroku reorganizace je vytvoření nového střediska oprav lisovacích nástrojů, které bude organizačně řízeno současným vedením výroby plastů. Jako součást této reorganizační změny vedení podniku vydalo požadavky na:

- Návrhy redukce zdrojů (personálu, strojů);
- Návrhy nového organizačního modelu řídicích a řízených procesů;
- Návrhy nového dispozičního řešení střediska;
- Návrhy nového ekonomického modelu nákladového střediska.

Vizí TOP managementu je tedy vznik nákladového střediska, které bude zaměřeno na vykrytí interních potřeb podniku, tj. plnění interních zakázek.

Podmínkou TOP managementu při redukci strojů je skutečnost, že musí být zachovány všechny technologie obrábění pro případné vykrytí všech strojních operací. Vedení neuvažuje s kooperací obrábění s jinými podniky, ale pouze s redukcí počtů obráběcích strojů.

## **4.2 Vyhodnocení analýzy stávajícího stavu**

### **4.2.1 Výrobní náplň strojírenské výroby**

Výsledky analýzy v kapitole 3.2.2, viz tabulka 6 a graf 1, prokázaly narůstající trend počtu výkazů na interních zakázkách při klesání počtu výkazů na zakázkách externích.

### **4.2.2 Personální kapacity**

Analýza v kapitole 3.3.1 ukázala, že je potřeba zaměřit pozornost na podíl THP zaměstnanců (34 %) k dělnickým profesím (66 %) ve struktuře strojírenské výroby, viz graf 2. Výsledek ukazuje, že poměr na 1 THP pracovníka připadá 1,93 výrobních pracovníků, viz tabulka 7.

### **4.2.3 Stávající uspořádání strojního parku**

Stávající uspořádání strojního parku, viz kapitola 3.5 lze hodnotit jako pokus o technologické uspořádání strojů dle zpracovaných technologických postupů obrábění. Více však zde převažuje uspořádání volné. Vzhledem k plánované reorganizaci výroby, toto nepředstavuje problém, jen je potřeba u nového návrhu layoutu dbát na vhodné uspořádání výrobního zařízení s ohledem na materiálové toky.

### **4.2.4 Organizace a plánování střediska**

V podkapitole 3.6.2 bylo prokázáno, že plánování není efektivní, jelikož je do systému vykazováno pouze dokončení výrobních operací a není evidováno jejich započetí. Není proto možné sledovat obsazení strojů v reálném čase. Plánování výroby je tak velice ztíženo.

### **4.2.5 Strojní kapacity**

Při analýze jsem identifikoval problém u plánování potřeb pro určité typy mechanických operací vůči plánování výroby strojních součástí. Problém nastává u plánování strojních kapacit při potřebě vyrábět strojní součásti pro nové LN a při potřebě obrobit strojní součásti k urgentní opravě LN v sérii, viz kapitola 3.6.3.

V případě strojních kapacit jsem dále zjistil, viz kapitola 3.7.3, že jsou stroje využívány jen v jednosměnném provozu. Řešení tohoto problému však vychází ze zajištění výrobní náplně a návrhu nové organizace, plánování a počtu personálu. Proto se touto problematikou v práci dále nebudu zabývat.

Z přehledu průměrného vytížení strojních skupin, viz tabulka 25, vyplývá rozdílné využití jednotlivých strojních skupin. Nejvytíženější je rotační broušení, nejméně využité je CNC frézování 5osé. Skutečnost jsem znázornil v grafu 8.



## 5 Vlastní návrhy a jejich posouzení

Kapitola bude zaměřena na primární cíl této práce, tj. návrh nového dispozičního řešení střediska oprav, které vznikne po provedení reorganizace současné strojírenské výroby. Pro návrh dispozičního řešení je nutné provést redukci strojních kapacit, ze kterých vycházejí výsledné počty strojů. Návrhy se budou týkat i dalších identifikovaných problémů v předchozí kapitole.

### 5.1.1 Personální kapacity

V případě plánované redukce personálu je potřeba se zaměřit na poměr THP zaměstnanců a dělnických profesí. Zde přichází do úvahy dvě alternativy řešení:

1. **Flexibilnější dělnické profese** – dělník může vykrývat více obráběcích operací různých typů, dle aktuálních potřeb výroby
2. **Redukce THP profesí** – přiřadit některé úkony THP zaměstnanců mezi dělnické profese. Příkladem je programování CNC strojů, které mohou provádět CNC operátoři.

**K této problematice navrhuji sestavit matici zodpovědností pro vykrytí všech potřebných personálních úkonů.** V této práci se však touto problematikou dále nebudu zabývat.

### 5.1.2 Organizace a plánování střediska

Při návrhu nové organizace a plánování střediska je potřeba se zaměřit na nedostatky plánování výroby.

**Navrhuji proto zaměřit se na přeprogramování informačního systému IFS pro zavedení výkazů započetí operace.**

Tímto řešením by mohl být eliminován i problém s organizací práce, který byl zmíněn v podkapitole 3.6.3, kdy dochází k nedostatkům při plánování potřeb pro určité typy mechanických operací vůči plánování výroby strojních součástí.

Tento problém však bude eliminován i skutečností, že se středisko nebude zabývat externími zakázkami. Rozpracování této záležitosti rovněž není součástí vlastního řešení práce.

### 5.1.3 Strojní kapacity

Redukce strojních kapacit vychází z výsledků kapacitních rozborů v kapitole 3.7.3 a Přílohy A této práce. Na základě zjištěných výsledků analýzy je možné vyhodnotit, která ze skupin strojů není dostatečně vytížena, a tudíž může být redukována.

Samotná redukce pak může být provedena za pomoci těchto metod:

1. **Vícekritériálním rozhodováním** – dle vybraných kritérií a hodnocení expertů.
2. **Přímým rozhodováním** – dle přímého rozhodnutí za jistoty, např. dle výše nákladů na údržbu strojů, nebo dle pracovních rozsahů strojů.

Aby bylo možné zpracovat primární cíl této práce, zpracuji návrh redukce strojů s využitím metody přímého rozhodnutí. S výslednými typy a počty strojů pak budu uvažovat při návrhu dispozičního řešení.

## 5.2 Redukce strojních kapacit

Pro redukci strojních kapacit je důležité vyhodnocení počtu strojů, které může firma postrádat, aby nebylo narušeno plynulé plnění interních zakázek.

### 5.2.1 Definice strojních skupin k redukci

Pro definici strojních skupin k redukci budu vycházet z výsledků přehledu vytížení jednotlivých technologií, viz tabulka 25 a graf 8.

Při následném výběru skupin k redukci nastavím kritéria, na základě, kterých mohu tento výběr provést:

1. U strojních skupin, které mají ve sledovaném období **stoupající trend** průměrného vytížení, je možné uvažovat do následného propočtu s **nejvyšší dosaženou hodnotou z posledního sledovaného roku**, protože mohou předpokládat, že hodnota bude nadále stoupat.
2. U strojních skupin, které mají naopak ve sledovaném období **klesající trend**, nebo mají **nahodilé hodnoty** průměrného vytížení, budu uvažovat v následném propočtu s **hodnotou průměrného vytížení za celkové sledované období**.

K těmto vybraným hodnotám následně připočtu **20% vytížení, tj. bezpečnostní kapacita** pro případné navýšení potřeb výroby v budoucnosti. U skupin, které po tomto navýšení nebudou dosahovat alespoň **90 % vytížení, budu uvažovat o částečné redukci**. Zároveň však přepočtené vytížení **nesmí prudce přesahovat 100 %**, jelikož by v tomto případě mohlo hrozit riziko přetížení provozu dílčí skupiny. Výjimku tvoří skupiny, jejichž obsahem je pouze jeden stroj. Ty zůstanou zachovány, dle podmínky TOP managementu z kapitoly 4.1.

V tabulce 26 jsem uvedl vybrané hodnoty vytížení dle výše uvedených kritérií a výběr barevně odlišil (stoupající trend – zeleně, průměrné vytížení za sledované období – oranžově). Po připočtení bezpečnostní kapacity jsem barevně rozlišil skupiny určené k částečné redukci (viz červené značení mimo skupiny s jedním obráběcím strojem).

Tabulka 26 – Přehled skupin určených k redukci

Typ obrábění	Počet strojů	Technologie obrábění	Vybrané vytížení strojů [%]	Plánované vytížení strojů [%]
Klasické obrábění	2	Soustružení	83	103
	3	Vertikální vyvrtávání	45	65
	2	Horizontální vyvrtávání	25	45
	2	Klasické frézování	40	60
	1	Broušení rotační	79	99
	3	Broušení rovinné	45	65
Programové obrábění	5	CNC frézování 3osé	50	70
	1	CNC frézování 5osé	13	33
	5	EDM obrábění – hloubení	33	53
	1	EDM obrábění – řezání	61	81
	1	Gravírování	73	93

Z tabulky jsou nyní zřejmé strojní skupiny, které bude potřeba redukovat.

### 5.2.2 Propočet strojů k redukci

K provedení propočtu strojů v dílčích skupinách vybraných k redukci, využiji obdobný postup, jako při kapacitních propočtech. Upravím však vzorec (3.2) pro výpočet výsledné strojní kapacity dle výše stanovených podmínek a vyjádřím ze vzorce potřebný počet strojů s při dosazení vybraných hodnot (dle kritérií z kapitoly 5.2.1):

$$\frac{\sum V_{Tx}}{P_{Sx} \times K_{Tx}} \times 100 + B_K \geq 90 \% \quad (5.1)$$

kde:

$P_{Sx}$  – výsledný počet strojů ve skupině

$V_{Tx}$  – vykázané hodiny k dílčím typům zakázek za období

$B_K$  – uvažovaná bezpečnostní kapacita [20%]

K praktickému znázornění příkladu propočtu, využiji první skupinu určenou k redukci z tabulky 26, tj. vertikální vyvrtávání, kdy budu počítat s hodnotami z roku 2019, jelikož mají hodnoty průměrného vytížení ve sledovaném období vzrůstající trend.

$$\frac{2\,464}{1 \times 1\,807,5} \times 100 + 20\% = 156,32 \cong \mathbf{156\%} \geq \mathbf{90\%}$$

Z propočtu vyplývá, že při koncovém počtu jednoho stroje ve skupině, by bylo jeho vytížení v roce 2019 zhruba **156 %**. Pro zamezení přetížení provozu skupiny, budu proto ve skupině uvažovat **dva stroje, tudíž bude vyřazen pouze jeden stroj ze skupiny**.

K přepočtu jsem využil již zpracované tabulky výsledků kapacitního rozboru (viz příloha A), a to tak, že jsem vybral pouze skupiny určené k redukci, následně rozlišil barevně vybranou hodnotu pro provedení propočtu dle kritérií z kapitoly 5.2.1 (modré značení) a následně provedl propočet dle výše uvedeného vzorce. Kompletní výsledky propočtů všech strojních skupin určených k redukci jsou **přílohou B** této práce.

Pro větší přehlednost jsem v tabulce 27 shrnul výsledky z přepočtu, aby bylo zřejmé, kolik strojů z každé skupiny bude potřeba redukovat. Celkem by mělo dojít vyřazení 7 strojů.

*Tabulka 27 – Přehled výsledků redukce strojů*

Technologie obrábění	Původní počet strojů	Počet strojů k vyřazení	Nový počet strojů
Vertikální vyvrtávání	3	1	2
Horizontální vyvrtávání	2	1	1
Klasické frézování	2	1	1
Broušení rovinné	3	1	2
CNC frézování 3osé	5	1	4
EDM obrábění – hloubení	5	2	3

### 5.2.3 Výběr strojů k vyřazení

Jak bylo zmíněno v podkapitole 4.2.3, k výběru jednotlivých strojů k vyřazení využiji metody přímého rozhodování za jistoty, kdy jsem u každé skupiny definoval přímé kritérium, na základě, kterého bude rozhodnuto, který stroj bude vyřazen. K tomuto účelu jsem sestavil tabulku všech skupin, kde k dílčím skupinám přiřadím jednotlivé stroje, přiřadím kritérium přímého výběru a doplním požadovanou hodnotu kritéria, díky které určím status daného stroje (vyhovuje/nevyhovuje). Výsledek je uveden v tabulce 28.

Tabulka 28 – Výsledek výběru strojů k vyřazení

Název skupiny	Typ stroje	Kritérium	Hodnota kritéria	Status
Vertikální vyvrtávání	N2BA	Náklady na údržbu 2017 – 2019	15 464	Vyhovuje
	2A450		54 852	Nevyhovuje
	WKV 100		17 368	Vyhovuje
Horizontální vyvrtávání	W100	Náklady na údržbu 2017 – 2019	17 693	Vyhovuje
	W100A		39 232	Nevyhovuje
Klasické frézování	FN 40	Náklady na údržbu 2017 – 2019	13 323	Vyhovuje
	FGS32/40		20 699	Nevyhovuje
Broušení rovinné	BPH20NA_1	Náklady na údržbu 2017 – 2019	10 944	Vyhovuje
	BPH20NA_2		3 806	Vyhovuje
	40BII/1000		24 291	Nevyhovuje
CNC frézování 3osé	TRIMILLCUT 2012	Náklady na údržbu 2017 – 2019	10 066	Vyhovuje
	TRIMMIL VC 1110		1 836	Vyhovuje
	MCV 500 QUICK		126 873	Nevyhovuje
	FV25 CNC A		4 520	Vyhovuje
EDM obrábění – hloubení	ROBOFORM 84	Náklady na údržbu 2017 – 2019	96 364	Nevyhovuje
	ROBOFURM 400		25 420	Vyhovuje
	ROBOFORM FO550S_1		15 243	Vyhovuje
	ROBOFORM FO550S_2		34 257	Vyhovuje
	ROBOFORM 200		57 720	Nevyhovuje

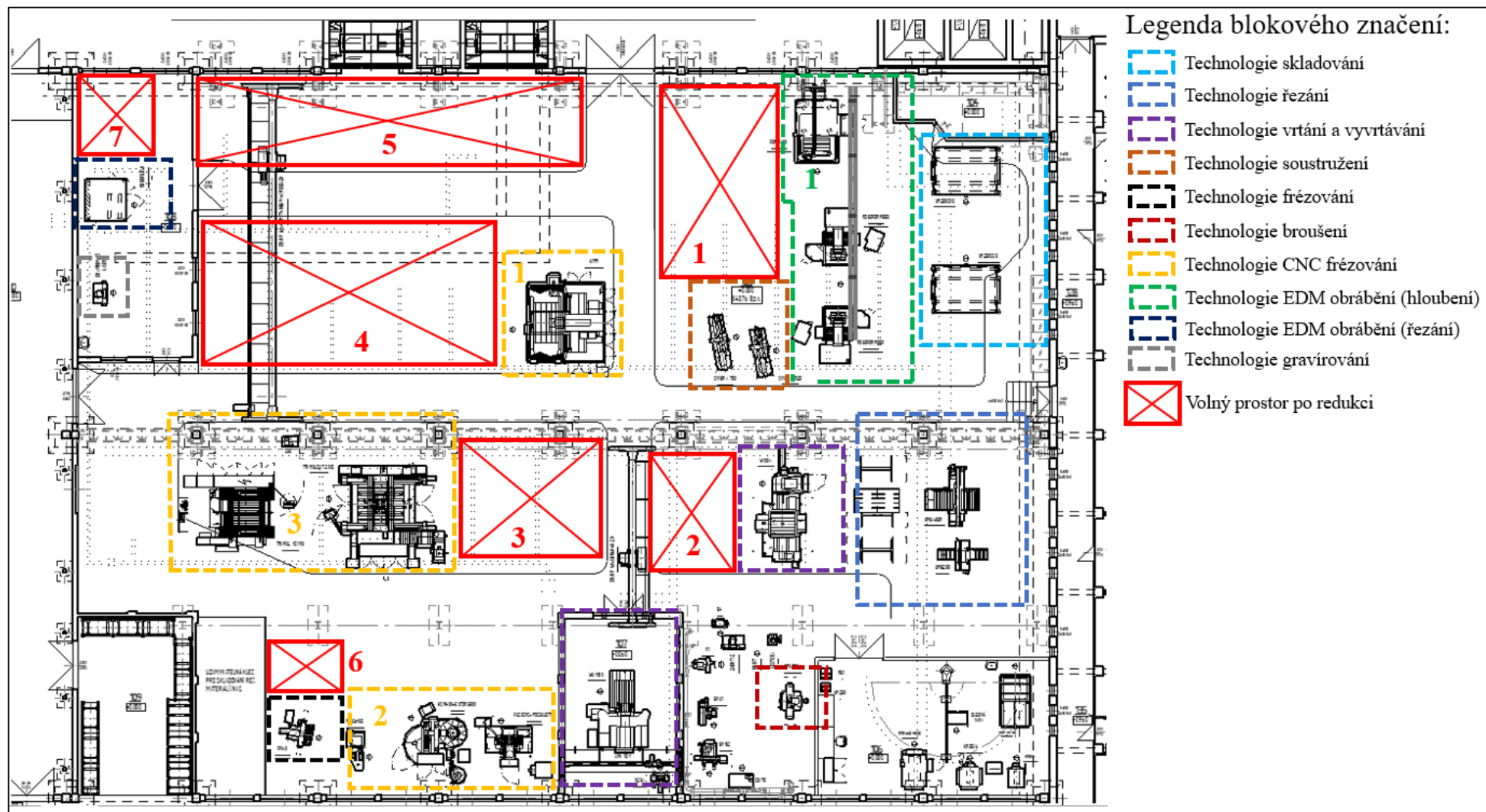
### 5.3 Návrh dispozičního řešení

Díky provedení předešlých kroků jsem nyní schopen začít navrhovat nové dispoziční řešení. To vychází ze stávajícího architektonického řešení výrobních hal a umístění podpůrných technologií výroby (jeřáby, VZT zařízení apod.), které je nutno zachovat pro plynulý chod provozu. Také při návrhu musím zohlednit skutečnost, že některé třískové obráběcí stroje mají kvůli dynamickému zatížení při obrábění zhotovený betonový základ a jejich přesun by byl velice nákladný.

#### 5.3.1 Volné plochy výrobní haly po redukci strojů

Před zpracováním samotného návrhu se zaměřím na volné plochy ve výrobní hale, které vzniknou díky redukci obráběcích strojů. Pro definici těchto volných ploch využiji již dříve zpracovaný výkres technologické dispozice z obrázku 8 v kapitole 3.5. Na výkrese upravím (případně rozdělím) velikosti blokového označení dílčích strojních skupin dle provedené redukce. Vzniklé volné prostory ve výrobní hale pak také blokově označím pro větší přehlednost a zapracuji do legendy blokového značení. Upravený výkres včetně legendy blokového značení je znázorněn na obrázku 17.

Jak již bylo zmíněno v tabulce 8 kapitoly 3.4, materiálové toky robotických sekaček, které byly na původním výkrese označeny v návrhu, již nebudu uvažovat, protože od 9/2020 bude zprovozněn nový sklad materiálů. Proto jsem na výkrese zakreslil přímé manipulační cesty a označil zbylý prostor jako volný (jedná se o původní stav polohy manipulačních koridorů, který zde byl před umístěním materiálových toků). Stávající výtahy jsou navrženy tak, že je možné je zásobovat jak z vnitřních, tak i z vnějších prostor haly, proto v návrhu nebudu uvažovat s tím, že by výtahy do haly byl dopravován jakýkoliv materiál.



Obrázek 17 – Výkres výrobní haly s označením volných prostor po redukci strojů

Z výkresu je zřejmé, že po redukci ve výrobní hale vzniklo velké množství volných ploch, které je potřeba eliminovat.

**Mým záměrem je sjednotit v této výrobní hale jak výrobní pracoviště, tak i většinu mechanických pracovišť.**

Aby tento záměr mohl být proveden, bude nutné provést přesuny jak strojů, tak i většinovou část zázemí mechanických operací.

### **5.3.2 Přesuny strojů**

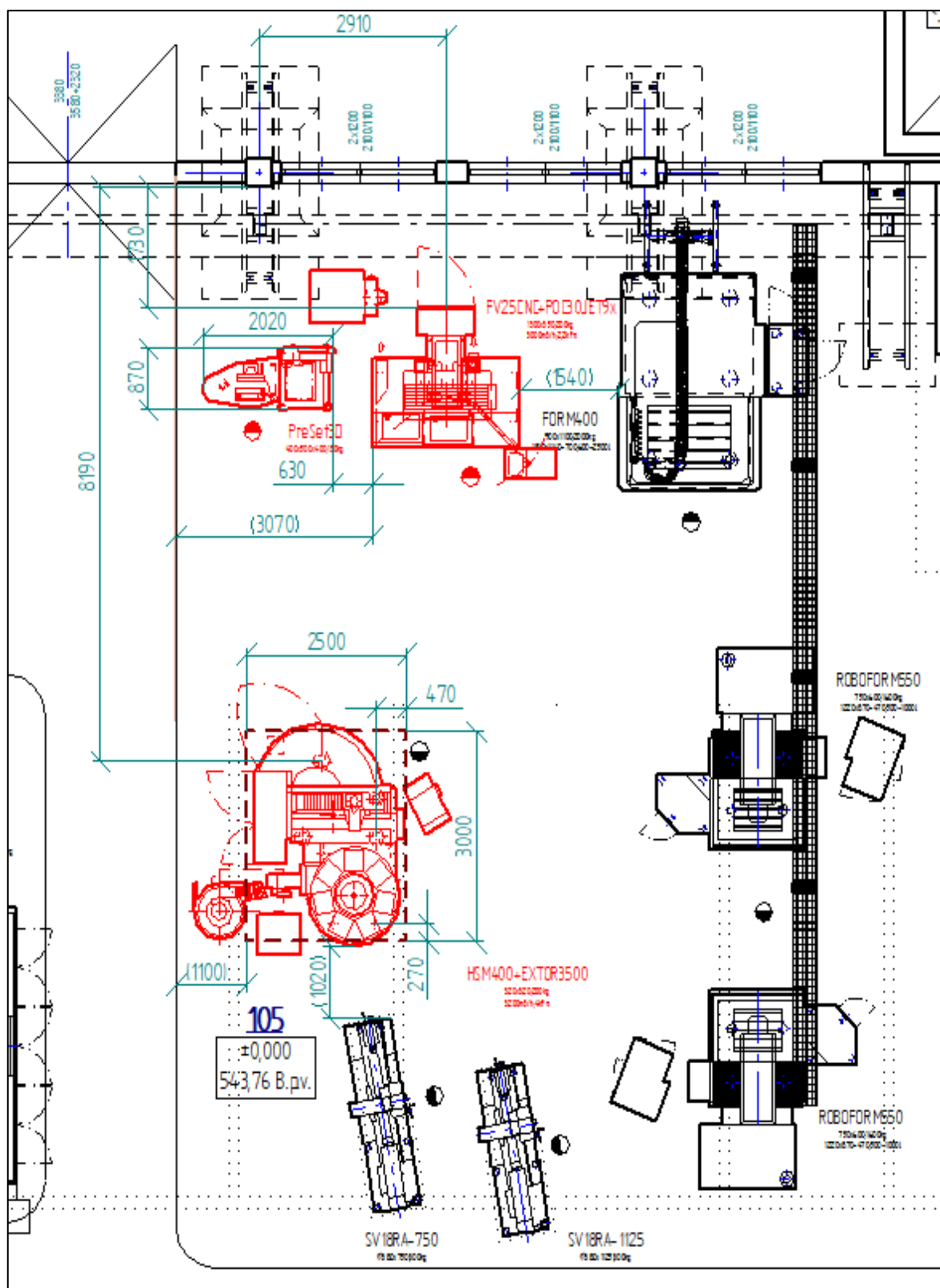
Protože nebude možné přesouvat všechny stroje najednou, rozčlenil jsem přesuny do jednotlivých etap, kdy v každé etapě jsem definoval přesuny (odkud-kam), následně zpracoval výkres nového umístění. Při zpracování dílčích výkresů jsem nezohledňoval detaily, jako např. skříně upínacích prvků, regály apod. pro podporu obrábění. U všech definic přesunů budu vycházet z výše znázorněného výkresu v obrázku 17.

#### **Etapa 1 – Přesun 3osých frézovacích CNC strojů**

V první etapě navrhuji přesun 2 obráběcích 3osých CNC fréz z oblasti č. 2 (žluté značení) do volného prostoru č. 1 (červené značení) k EDM hloubícím strojům. Jedná se o stroje typu MICRON HSM 400 a FV25CNC A, kdy jejich pracovní náplní je výroba grafitových elektrod pro EDM hloubení. Tímto přesunem optimalizuji materiálový tok a zkrátím tak cesty manipulace s elektrodami.

Tento přesun jsem zpracoval do výkresu původního stavu, do něhož jsem zanesl základní kótování nové pozice a obrys betonového základu, který je potřeba zhotovit pro usazení stroje typu MICRON HSM 400, kvůli eliminaci dynamických rázů při obrábění. Velikost betonového základu vychází z dodané dokumentace od výrobce stroje. Součástí přesunovaných strojů je i zařízení pro 3D měření zhotovených elektrod PreSet3D. Na výkrese jsem barevně odlišil technologické bloky nově ustavených zařízení červenou barvou. Výkres nového umístění je znázorněn na obrázku 18.

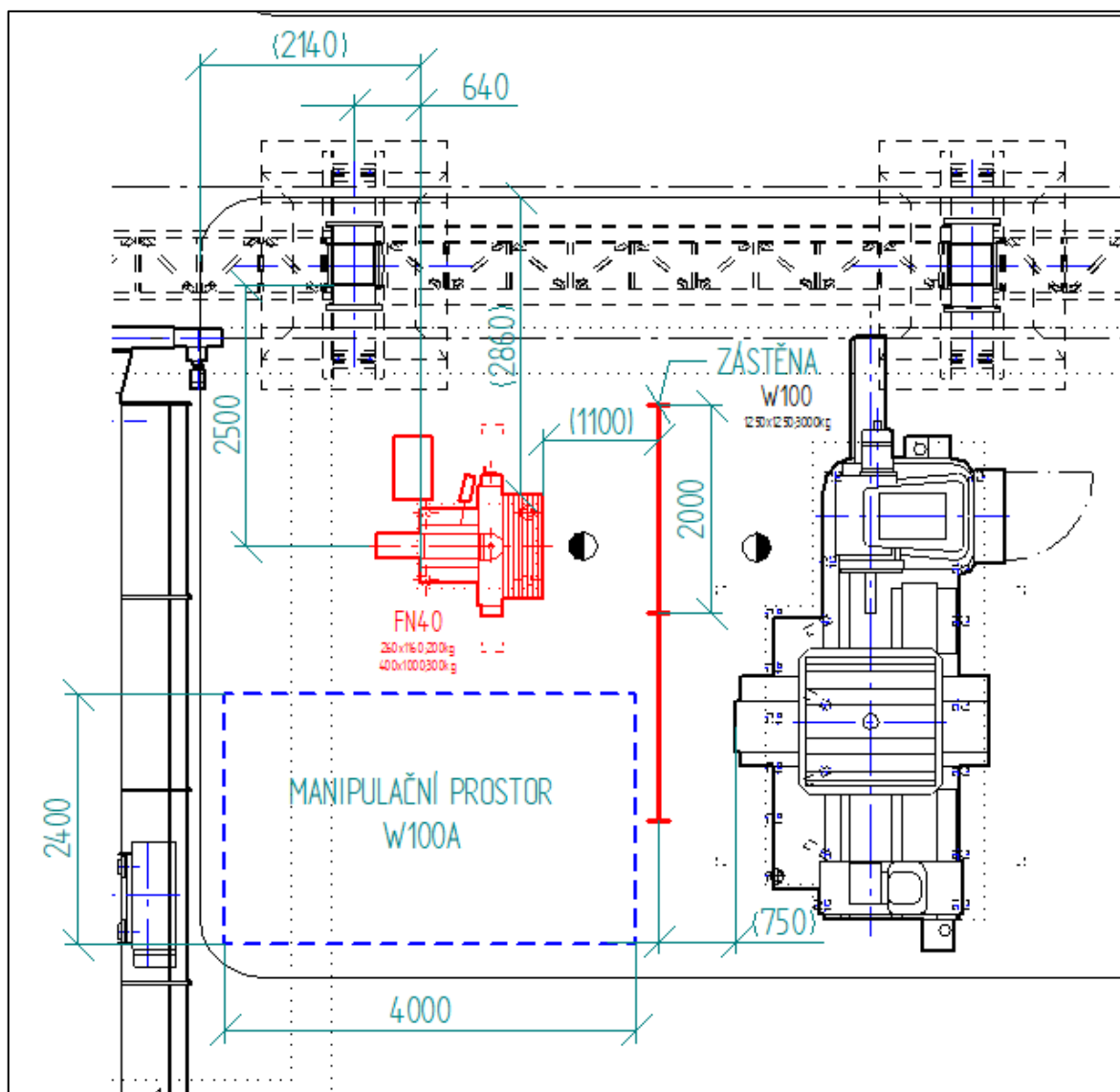




Obrázek 18 – Výkres nového umístění strojů MICRON HSM 400 a FV25CNC A

## **Etapa 2 – Přesun nástrojářské frézky**

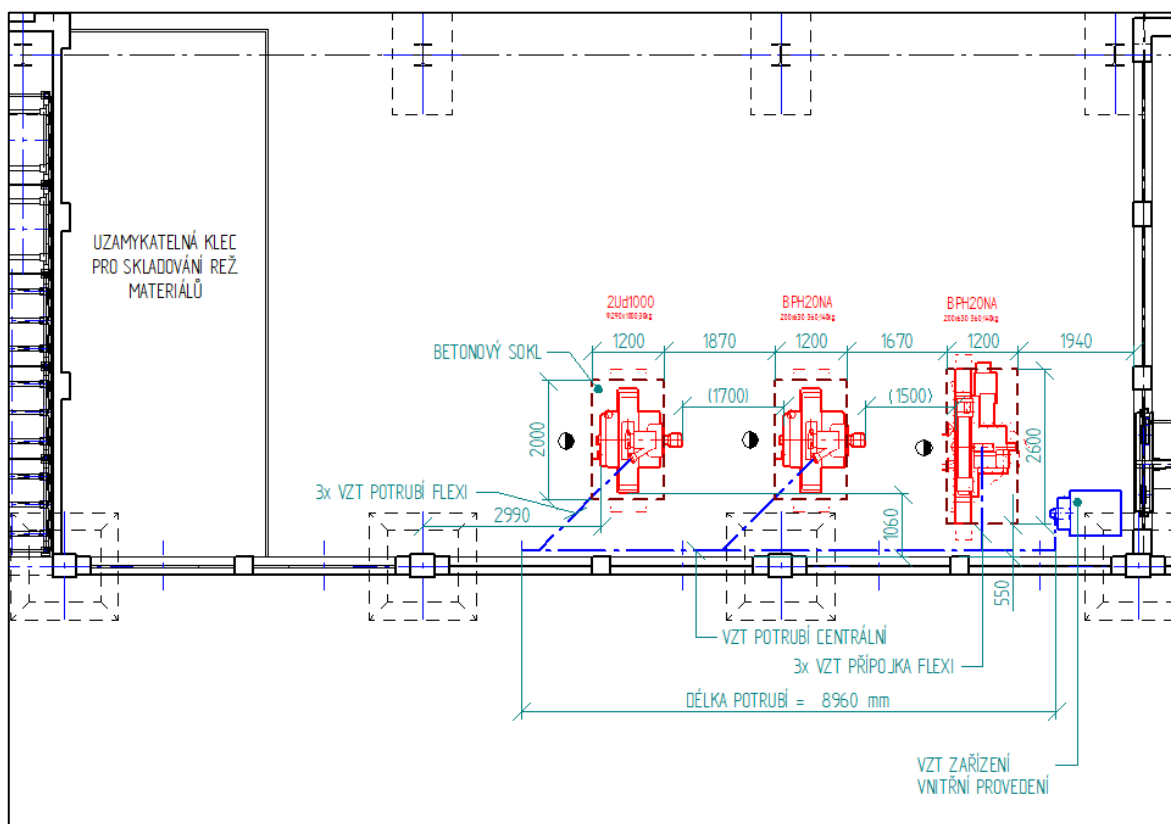
V druhé etapě navrhují přesun klasické nástrojářské frézky typu FN40 (černé značení bloku na obrázku 17) do volného prostoru č. 2. Opět se jedná o optimalizaci materiálových toků, jelikož frézka bude přiblížena k prostoru technologie řezání a vyvrtávání. Po většinu času jsou dnes klasické frézky využívány pro úhlování menších řezaných polotovarů, kdy není zapotřebí programového obrábění. Ve volném prostoru je nutné uvažovat i s manipulačním prostorem pro vstupní a výstupní materiály k horizontální vyvrtávačce typu W100. Také budou muset být mezi jednotlivými stroji umístěny zástěny pro zamezení odletu třísek při obrábění. Opět jsem vypracoval výkres umístění, který je znázorněn na obrázku 19.



*Obrázek 19 – Výkres nového umístění nástrojářské frézky typu FN40*

### Etapa 3 – Seskupení technologie broušení

Díky realizaci předešlých etap vznikne velký volný prostor, který je možné využít pro seskupení celé technologie broušení do jednoho celku. Jedná se o dvě identické rovinné brusky typu BPH20NA a hrotovou brusku typu UNI 2UD 1000. Tato etapa bude finančně nákladná, jelikož každý z těchto strojů má betonový sokl (zařízení je „obbetonováno“) pro vymezení dynamického zatížení při obrábění. Také je nutno tyto brusky připojit na VZT zařízení, které odsává brusný prach vznikající při broušení. Z tohoto důvodu brusky uvažuji ustavit poblíž stěny, jelikož zde bude muset být uchycen rozvod VZT potrubí. Do výkresu umístění proto vykreslím i schéma VZT rozvodu s modrým barevným rozlišením. Díky realizaci této etapy je možno docílit technologického uspořádání technologie broušení. Zpracovaný výkres je znázorněn na obrázku 20.



Obrázek 20 – Výkres sloučení technologie broušení na nové pozici

Vnitřní VZT zařízení nebude muset být pro realizaci etapy zakoupeno, jelikož firma má ve vlastnictví volné zařízení, které je možné využít. Při zadání zpracování VZT návrhu projektantovi, firma předá pouze specifikaci tohoto zařízení společně s návrhem umístění. Díky těmto podkladům projektant propočte a navrhne dimenze a trasy potrubí.

Do zbylého volného prostoru je možné uvažovat např. se skladováním režijního materiálu či jiných materiálů.

#### **Etapa 4 – Přesun gravírovacího laseru**

Tato etapa je velice jednoduchá, tudíž k ní není nutné zpracovávat výkres návrhu. Jedná se o přesun gravírovacího laseru (šedé značení bloku z obrázku 17) do volného prostoru č. 7. Jelikož je gravírovací laser malé zařízení umístěné na stole, může být tato etapa provedena v rychlém čase za velmi nízké náklady.

Tato etapa je pouze přípravou pro nové zbudování zázemí svařovny a čistící místnosti.

### **5.3.3 Přesuny zázemí mechanických operací**

Po definicích přesunu strojů je možné se zaměřit na návrhy spojené s přesuny mechanického zázemí. U těchto návrhů jsem postupoval obdobně jako v předešlé kapitole, tj. definoval přesuny za pomoci výkresu volných ploch v obrázku 17 a vypracoval výkresy návrhů nového umístění. Jednotlivé přesuny jsem opět rozdělil etapově s tím, že číslování je navázáno na přesuny strojů.

#### **Etapa 5 – Nové zázemí svařovny a čistící místnosti**

V této etapě navrhuji zbudovat nové zázemí svařovny (viz blok C v tabulce 8 z kapitoly 3.4) a čistící místnosti (viz blok D v tabulce 8 z kapitoly 3.4). Toto zázemí navrhuji ve volném prostoru, který vznikl přesunem gravírovacího laseru ve vestavbě EDM (viz blok C v tabulce 8 z kapitoly 3.4).

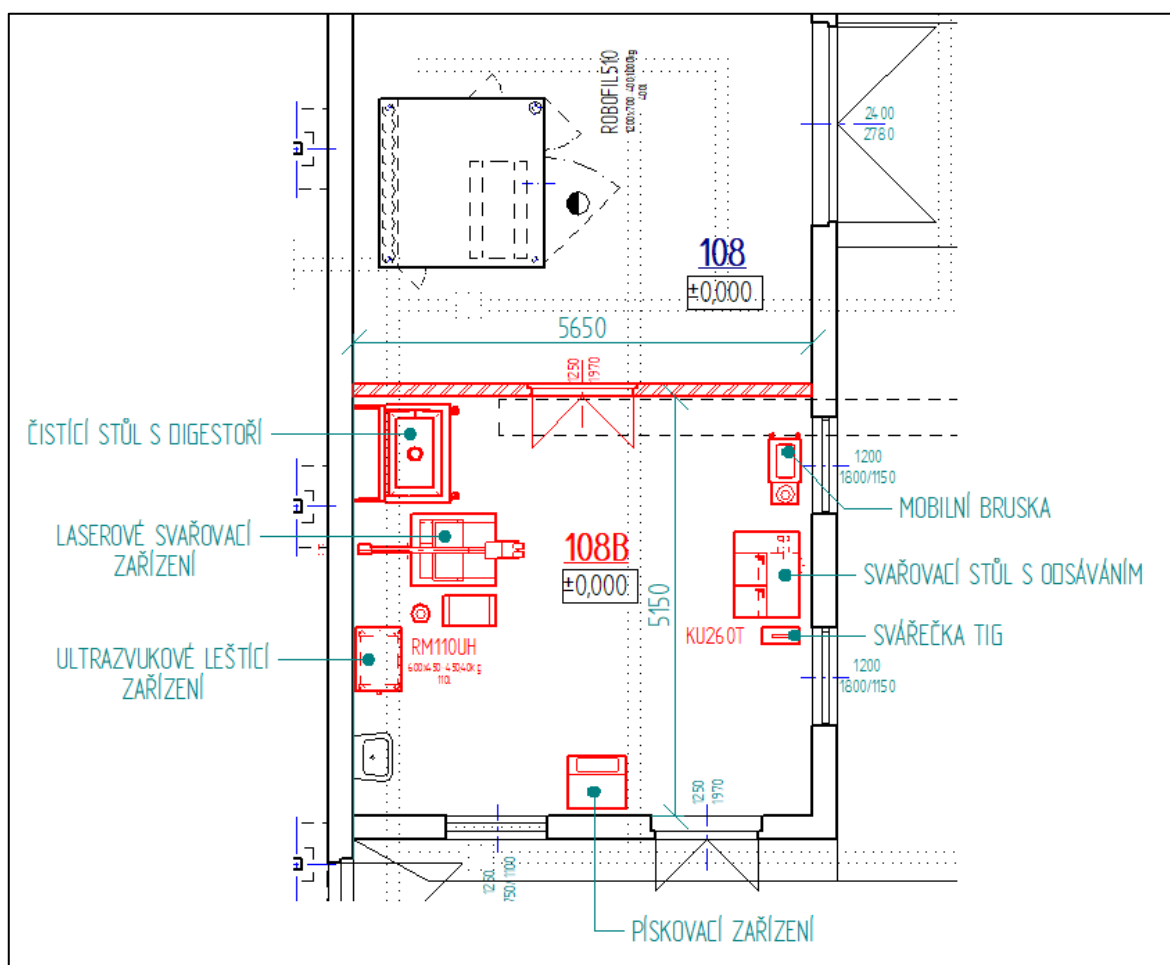
Tato etapa bude velice nákladná, jelikož je potřeba místnost rozdělit na dvě části vyzděním nové příčky, tak aby byl provozuschopný jeden z dvouosých jeřábů, který je v místnosti umístěn. Také bude muset být prověřena současná dimenze VZT, která nyní slouží k odsávání výparů z EDM hloubícího stroje. Jak pro technologie svařování, tak pro proces čištění topných těles je totiž zapotřebí nejen silného odsávání vzniklých výparů, ale zajistit i výměnu vzduchu v místnosti. Jelikož se ale jedná o vestavěnou místnost, bude zde zapotřebí navrhnout i umělé větrání pro dodatečnou kolaudaci změny účelu vestavby. Další stěžejní problematikou je rozvod stlačeného vzduchu pro připojení pískovacího zařízení a přívod užitkové vody pro ultrazvukové leštící zařízení. I v tomto případě bude muset dojít k úpravám neboli rozšíření stávajících rozvodů.

Do výkresu jsem zakreslil polohu nově vyzděné příčky a přenesl všechny technologie ze současné místnosti svařovny a čistící místnosti, kdy celý nový stav je opět barevně odlišen červeným značením. Z důvodu velkého množství drobných zařízení nejsou mezi sebou kótovány, pouze jsem provedl popis jednotlivých technologických bloků. Na výkres nebude také zakresleno schéma VZT rozvodu. Protože dvouosý jeřáb není na původním výkrese zakreslen, znázorním jej pomocí pořízené fotografie z aktuální místnosti v obrázku 21. Výkres v tomto případě může sloužit pouze jako podklad zodpovědnému projektantovi,

který se bude zabývat změnou účelu vestavby pro stavební řízení. Vypracovaný výkres je znázorněn na obrázku 22.



Obrázek 21 – Pořízená fotografie z vestavby EDM

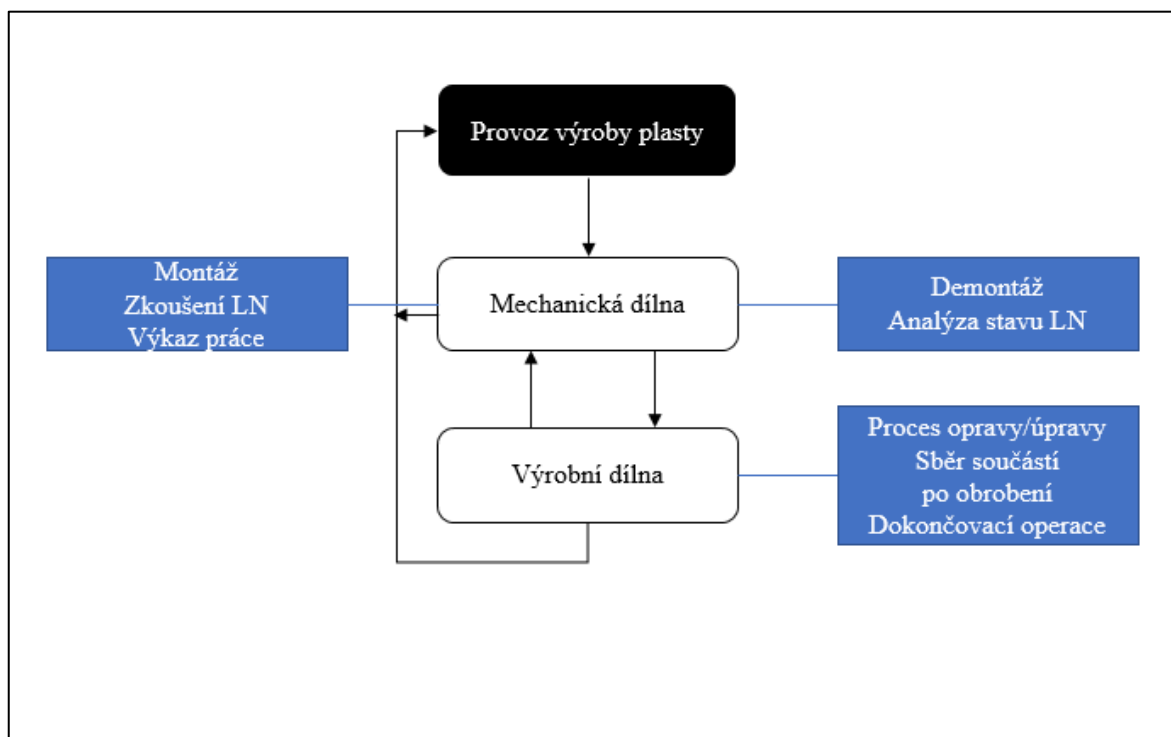


Obrázek 22 – Výkres nového zázemí svařovny a čistící místnosti ve vestavbě EDM

## Etapa 6 – Částečný přesun mechanického zázemí

V této finální etapě navrhuji přesunout část mechanického zázemí do volného prostoru č. 4 ve výrobní hale.

Návrh pro tuto etapu je takový, že jedno či dvě mechanické pracoviště zůstanou na své stávající pozici v hale nástrojárny pro plnění funkce přípravy, tj. demontáže/montáže velkých LN, analýzy závad při potřebách oprav/úprav LN, kdy je nutné využít mostové jeřáby a otočné sloupové jeřáby k manipulaci s těžkými břemeny a tuširovací lis k provedení kontroly lícování. Následně pak budou již dílčí demontované části přesunuty na nové pozice mechanických pracovišť (volný prostor č. 4) a přiděleny mechanikům, nebo při případě nutnosti obrobení na potřebný stroj, kde bude operace provedena a následně mechanikem dokončena. Jedná se o hrubou změnu v materiálovém toku, kterou jsem zanesl do grafu 9.



Graf 9 – Změna materiálového toku realizací etapy 6

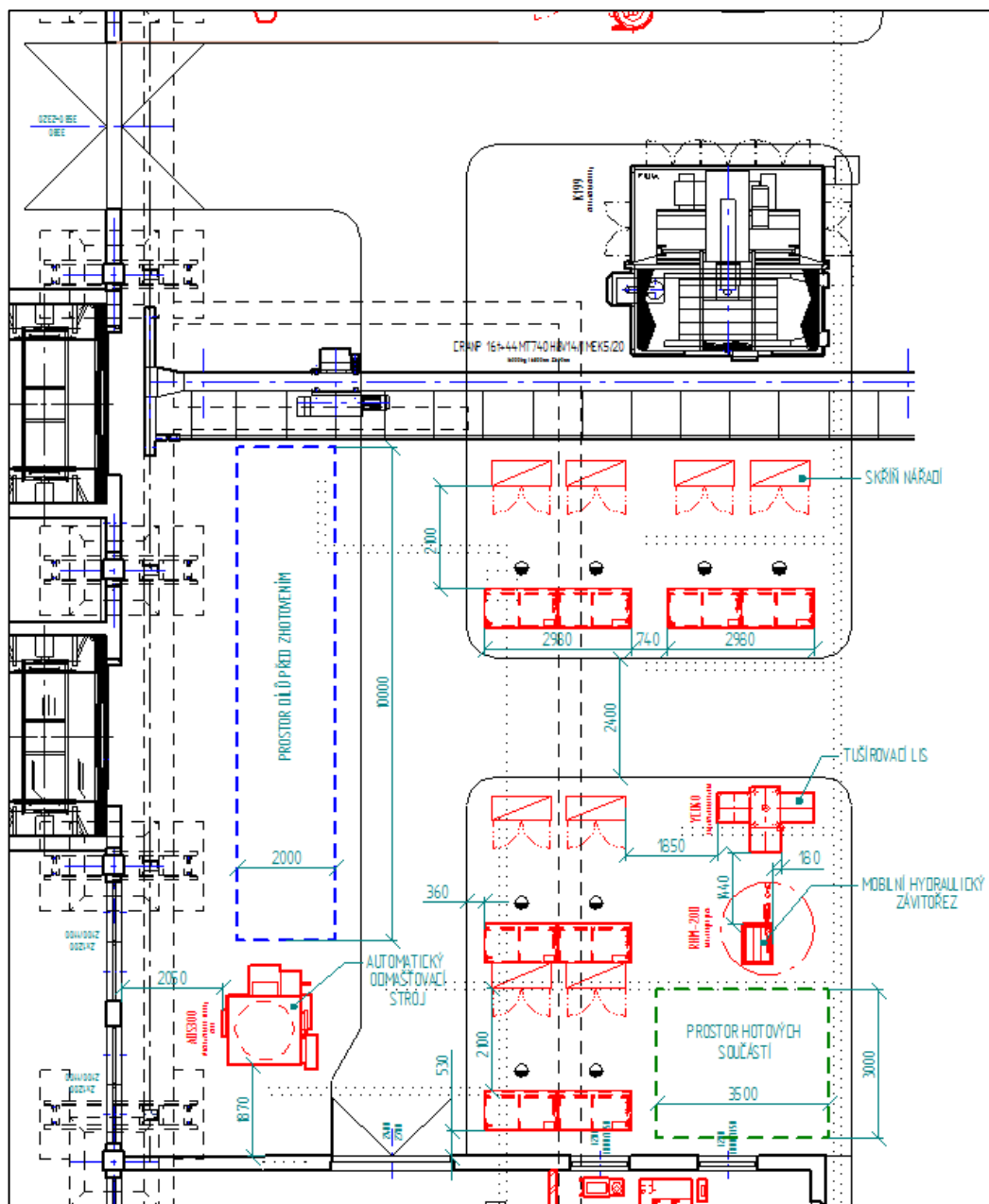
Do výkresu jsem zakreslil, ve volném prostoru č. 4, novou polohu mechanického zázemí (mechanické ponky a skříně nářadí). V tomto prostoru jsem také počítal s manipulačním koridorem, kterým budou naváženy díly určené k opravám/úpravám LN, nebo případně součásti po obrobení a uloženy na volném prostoru č. 5. Mechanici tudíž z tohoto prostoru budou tyto díly odebírat pro provedení jak dokončovacích, tak i jiných mechanických operací. Zhotovené součásti pak budou ukládat do určeného prostoru pro odvoz zpět na mechanickou dílnu. K podpoře mechanických úkonů ve výrobní dílně budou mechanici využívat stávajícího mostového jeřábu o nosnosti 16 tun. Ve zbylém prostoru pak uvažuji umístit všechna zařízení pro podporu mechanických operací. Jedná se o mobilní hydraulický závitorez, menší tuširovací lis, mobilní nástrojářskou brusku a automatický odmašťovací stroj. Na každé mechanické pracoviště bude muset být přiveden rozvod stlačeného vzduchu

pro připojení ofukovacích pistolí, které slouží k čištění forem od hrubých nečistot. Pro větší představu jsem vybraný typ této pistole znázornil na obrázek 23.



*Obrázek 23 – Ofukovací pistole krátká<sup>15</sup>*

Základní kótování pozic mechanických pracovišť a kótování polohy zařízení pro jejich podporu je znázorněno vy výkresu na obrázku 24.



Obrázek 24 – Výkres částečného přesunu mechanického zázemí na výrobní dílnu

Z obrázku je zřejmé, že při současném návrhu vznikne zázemí pro 8 mechaniků. V případě, že by byl počet pracovišť nedostačující, je možné využít volný prostor č. 3 z obrázku 17 pro umístění technologií k podpoře mechanických profesí a do volného prostoru umístit další pracovní stoly (ponky) se skříněmi nářadí. Tyto počty však budou vycházet z vypracované matice zodpovědností, která není součástí této práce (viz kapitola 5.1.1)



### 5.3.4 Zhodnocení přesunů

V případě realizace všech navržených etap přesunů bude docíleno redukce současných výrobních prostor strojírenské výroby. Ve výrobní hale zůstává po těchto přesunech s dostatečným počtem mechanických pracovišť volný prostor č. 3 z obrázku 17, kde by bylo možné umístit 5osou CNC frézu. Tímto by bylo docíleno technologického uspořádání strojů. Bohužel je tato realizace velmi nákladná z důvodu velikosti stroje a jeho náročnosti na přesun. Proto se touto skutečností nebudu dále zabývat a prostor ponechám volný. Tím je opět docíleno technologického uspořádání volného, což nebude stěžejní problematikou, jelikož interní zakázky nejsou sériovou ani dávkovou výrobou, nýbrž nahodilou výrobou dle potřeby.

Z realizace všech etap přesunů je také zřejmé, že budou uvolněny jak prostory současné brusírny, svařovny a čistící místnosti (bloky B – D z tabulky 8 v kapitole 3.4), tak i z velké části prostory haly nástrojárny, které nebudou využívány k mechanickým činnostem. Jelikož ale není přesně stanovený záměr využití těchto volných prostor, touto skutečností se v této práci nebudu nadále zabývat. Nicméně bych zvážil otázku skladování volně ložených, nadměrných LN, jelikož je hala nástrojárny vybavena mostovými jeřáby o nosnosti 16 tun a firma má dlouhodobý problém s jejich uskladněním.

Celkový layout po realizaci přesunů pracovišť dle výše uvedených etap s červeným rozlišením nových poloh technologických bloků a legendou značení je **přílohou C** této práce.

### 5.3.5 Ekonomické a časové zhodnocení realizace přesunů

Pro vyhodnocení nákladů spojených s realizací dílčích etap přesunů sestavím tabulku 29, ve které provedu hrubý cenový položkový odhad nákladů vynaložených k realizaci jednotlivých etap. U každé z etap uvedu položky, které bude potřeba vykonat pro realizaci, následně stanovím orientační cenu dané položky a určím, zda k provedení bude zapotřebí externí firma, nebo středisko interní údržby firmy. U položek, které bude realizovat interní údržba, budu kalkulovat pouze s náklady na materiál (nezapočítám personální náklady), jelikož se jedná o nákladové středisko. Po definici těchto položek provedu součet nákladů pro realizaci dílčí etapy. V závěru pak sečtu celkové náklady pro realizaci všech etap přesunů a stanovím hrubým odhadem čas v kalendářních týdnech, potřebný k provedení realizace dané etapy. Protože realizace některých etap mohou probíhat současně a nenavazují na sebe, utvořím skupiny s barevným rozlišením etap, kdy zeleně označím první vlnu realizace a červeně druhou vlnu navazující.

K provedení hrubého odhadu dílčích položek jsem využil cen za realizace obdobných akcí v předchozích letech ve firmě.

Tabulka 29 – Vyhodnocení nákladů spojených s realizací etap přesunů

Číslo etapy	Položka	Provede	Orientační cena za položku	Celková orientační cena	Časový odhad realizace
1	Zhotovení betonového základu pod stroj MICRON HSM 400	Externí firma	50 000 Kč	95 500 Kč	4 KT
	Rozšíření rozvodu stlačeného vzduchu pro připojení strojů	Externí firma	30 000 Kč		
	Přesun stroje MICRON HSM 400 na novou pozici; ukotvení stroje	Externí firma	5 000 Kč		
	Přesun stroje FV25CNC A na novou pozici; ukotvení stroje	Interní údržba	5 000 Kč		
	Napojení strojů na elektrorozvod	Interní údržba	4 000 Kč		
	Revize elektro	Externí firma	1 500 Kč		
2	Přesun stroje FN40 na novou pozici; ukotvení stroje	Interní údržba	5 000 Kč	12 500 Kč	1 KT
	Napojení stroje na elektrorozvod	Interní údržba	3 000 Kč		
	Revize elektro	Externí firma	1 500 Kč		
	Nákup BOZP zástěn (2ks)	Externí firma	3 000 Kč		
3	Oprava podlah po stěhování strojů	Externí firma	80 000 Kč	227 500 Kč	6 KT
	Nový rozvod VZT potrubí pro odsávání ze strojů	Externí firma	50 000 Kč		
	Přesun strojů BPH20NA na novou pozici; ukotvení strojů	Interní údržba	5 000 Kč		
	Přesun stroje UNI 2UD 1000 na novou pozici; ukotvení stroje	Interní údržba	5 000 Kč		
	Zhotovení 3x betonový sokl pro vymezení dynamických rázů strojů	Externí firma	80 000 Kč		
	Napojení strojů na elektrorozvod	Interní údržba	6 000 Kč		
	Revize elektro	Externí firma	1 500 Kč		
4	Přesun stolu s gravírovacím laserem do nové pozice	Interní údržba	0 Kč	3 500 Kč	1 KT
	Připojení stroje na rozvod elektro	Interní údržba	2 000 Kč		
	Revize elektro	Externí firma	1 500 Kč		
5	Stavba nové stěny v místnosti vestavby EDM	Externí firma	30 000 Kč	540 000 Kč	8 KT
	Nové VZT pro umělé větrání místnosti	Externí firma	300 000 Kč		
	Nový VZT rozvod pro odsávání technologií	Externí firma	100 000 Kč		
	Rozšíření rozvodu stlačeného vzduchu pro připojení technologií	Externí firma	50 000 Kč		
	Přesun technologií na novou pozici	Interní údržba	0 Kč		
	Rozšíření rozvodu elektro pro nové technologie; připojení technologií; revize elektro	Externí firma	60 000 Kč		
6	Nové značení podlahy	Externí firma	10 000 Kč	79 500 Kč	6 KT
	Přesun mechanických pracovišť do nové pozice	Interní údržba	0 Kč		
	Rozšíření rozvodu stlačeného vzduchu pro připojení mechanických pracovišť	Externí firma	50 000 Kč		
	Přesun technologií pro podporu mechanických činností do nové pozice	Interní údržba	0 Kč		
	Připojení automatického odmašťovacího stroje na stávající rozvod užitkové vody	Externí firma	15 000 Kč		
	Připojení technologií ke stávajícímu rozvodu elektro	Interní údržba	3 000 Kč		
	Revize elektro	Externí firma	1 500 Kč		
Celková orientační cena				958 500 Kč	

Z tabulky 29 je zřejmé, že hrubá orientační cena za realizaci všech etap činí bezmála **960 000 Kč**. S touto výší částky může firma pracovat při nabídkách cen za prodej strojů, které plánuje v rámci redukce prodat.

Také z tabulky vychází skutečnost, že všechny etapy je možné realizovat ve dvou fázích, přičemž po součtu na sebe navazujících etap č. 1 a 3 vychází nejdelší teoretický čas realizace **10 kalendářních týdnů**.

## 6 Závěrečné zhodnocení přínosu práce a závěr

V diplomové práci jsem zpracoval návrh dispozičního řešení (Příloha C) pro nové středisko servisu lisovacích nástrojů, které vznikne reorganizací současného výrobního programu strojírenské výroby ve firmě Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. Pro vypracování tohoto návrhu bylo nutné analyzovat současnou výrobní náplň, výrobní prostory a důkladně zmapovat všechny dílčí procesy probíhající po trase celého logistického řetězce za pomoci sestavení vývojových diagramů hmotného toku. Podrobně jsem analyzoval jednotlivé využívané technologické skupiny (11), zpracoval základní informace pro všechny obráběcí stroje (26) v současném prostorovém uspořádání a provedl kapacitní propočty jejich vytížení.

Na základě takto získaných informací jsem navrhnul nové řešení pro vytvoření střediska servisu lisovacích nástrojů, tj. navrhl redukci nevyužitých vybraných strojů dle propočtů redukce, která vycházela z kapacitních propočtů. Návrh konkrétních 7 strojů k vyřazení vycházel z metody přímého rozhodování na základě kritéria nákladů na údržbu za vybrané období. Po získání těchto výsledků jsem následně vypracoval dílčí návrhy na přemístění a seskupení současných technologických skupin pro optimální materiálový tok s ekonomickým vyhodnocením investic spojených s těmito přesuny. Přesuny strojů jsem navrhl v 6 etapách. Předpokládané náklady s navrhovaným řešením vychází cca na 960 000 Kč. Předpokládaný časový horizont realizace pak na 10 kalendářních týdnů.

Náklady spojené s realizací návrhu by mohly být z větší části uhrazeny z prodeje vyřazených strojů.

V případě, že by se firma rozhodla využít tyto vypracované návrhy a investovala prostředky k realizaci v rámci reorganizace, získala by tím volné prostory a zázemí, které je možné využít k umístění nové výroby, nebo skladování těžkých lisovacích nástrojů, které dnes překáží ve výrobních prostorách vstřikovacích dílen.

V rámci zpracování analýz vyplynuly i další problémy, týkající se personálních kapacit či informačního systému IFS, které sice byly identifikovány, ale v rámci zpracování diplomové práce nebyl prostor na jejich podrobné zpracování. Do budoucna bych doporučil věnovat náležitou pozornost těmto oblastem.

Zpracovanou diplomovou práci je možné využít jako podklad pro postup reorganizace a pevně věřím, že práce bude pro firmu přínosem.

## **Poděkování**

Děkuji paní Ing. Ivaně Šajdlerové Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích v průběhu psaní této diplomové práce. Mé poděkování patří taktéž jednateři společnosti Husqvarna Manufacturing Cz s.r.o. panu RNDr. Svatopluku Májovi, za odborný dohled, připomínky a praktické rady.

# Seznam použitých zdrojů

## Literatura

1. BOBČÍK, Ladislav, et al. *Formy pro zpracování plastů, I. díl – Vstřikování termoplastů*. Zdislav Heger. 2. upr. vyd. Brno: Uniplast, 1999. 134 s.
2. ŘEHULKA, Zdeněk. *Konstrukce výlisků z plastů a forem pro zpracování plastů: polymery*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-7204-833-5.
3. ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů: teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0614-1.
4. PAUL, Karel. *Navrhování průmyslového závodu*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1959.
5. JEGOROV, Michail Jegorovič. *Základy projektování strojírenských podniků: určeno projektantům, pracovníkům v oddělení výstavby, studentům vysokých i odborných škol*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1957.
6. ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
7. MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. Bratislava: Alfa, 1983. 395 s.

## Normy

8. ČSN ISO 5807 *Zpracování informací. Dokumentační symboly a konvence pro vývojové diagramy toku dat, programu a systému, síťové diagramy programu a diagramy zdrojů systému*. Praha: Český normalizační institut. 1996. 26 s.

## Internetové zdroje

9. LENFELD, Petr. *Technologie II: Tváření kovů, zpracování plastů*. [online]. Liberec: Technická univerzita Liberec, 2008 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/obsah\\_plasty.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm)
10. BOBEK, Jiří. *Vstřikovací formy pro zpracování termoplastů*. [online]. Brno: Code Creator, 2016 [cit. 2020-04-01]. ISBN 978-80-88058-65-6. Dostupné z: <https://publi.cz/books/179/Cover.html>
11. *ENGEL inject 4.0: solutions for the smart factory*. [online]. Austria: ENGEL [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.engelglobal.com/cs/cz/inject-4-0/ueber-inject-4-0.html>

12. FRINTA, Jan. Kapacitní propočty: časové fondy, příklady výpočtů pro projektování. *Projekt EduCom* [online]. Liberec: Technická univerzita Liberec, 2011 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [http://educom.tul.cz/educom/inovace/PVS/VY\\_03\\_62-kapacitn%C3%AD%20propo%C4%8Dty\\_%C4%8Dasov%C3%A9%20fondy\\_p%C5%99%C3%ADklady%20v%C3%BDpo%C4%8Dt%C5%AF%20pro%20projektov%C3%A1n%C3%AD\\_MZ\\_6.pdf](http://educom.tul.cz/educom/inovace/PVS/VY_03_62-kapacitn%C3%AD%20propo%C4%8Dty_%C4%8Dasov%C3%A9%20fondy_p%C5%99%C3%ADklady%20v%C3%BDpo%C4%8Dt%C5%AF%20pro%20projektov%C3%A1n%C3%AD_MZ_6.pdf)
13. Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o. *Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o.* [online]. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., ©2020 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <http://husqvarnamanufacturing.cz/>
14. Husqvarna Manufacturing CZ, s.r.o. (Výroba plastových součástek a dílů) • Mapy.cz *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, ©1996 – 2020 [cit. 2020-04-13] Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.3692570&y=50.1233895&z=17&base=ophoto&source=firm&id=144941>
15. EXTOL CRAFT 99311 pistole ofukovací | NAKO Pardubice. *Ruční nářadí, elektrické nářadí, aku nářadí a zahradní technika*. Pardubice: NAKO Pardubice [online]. © 2020 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <https://www.nako.cz/14965-extol-craft-99311-pistole-ofukovaci.html>

### **Interní zdroje**

16. *Celková funkční organizační struktura*. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., 2019.
17. *Funkční organizační struktura strojírenské výroby*. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., 2019.
18. *Katalog prací 2019*. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., 2019
19. *Výkres technologické dispozice hal nástrojárny 11/2019*. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., 2019.
20. *Databáze technologických CAD šablon 2019*. Vrbno pod Pradědem: Husqvarna Manufacturing CZ s.r.o., 2019.

## Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

### Obrázky

Obrázek 1 – Průběh vstřikovacího cyklu <sup>9</sup> .....	13
Obrázek 2 – Vstřikovací forma dvoudesková <sup>10</sup> .....	14
Obrázek 3 – Příklady z výrobních programů .....	20
Obrázek 4 – Letecký snímek areálu závodu Vrbno pod Pradědem <sup>14</sup> .....	21
Obrázek 5 – Celková funkční organizační struktura HM-CZ <sup>16</sup> .....	25
Obrázek 6 – Funkční organizační struktura Strojírenské výroby <sup>17</sup> .....	25
Obrázek 7 – Blokové rozdělení technologické dispozice <sup>19</sup> .....	28
Obrázek 8 – Rozložení technologií obrábění ve výrobní hale .....	32
Obrázek 9 – Technologie pro podporu obrábění .....	33
Obrázek 10 – Výkres vestavěných místností haly nástrojárny .....	33
Obrázek 11 – Příklad definice základních rozměrů stroje <sup>20</sup> .....	37
Obrázek 12 – Příklad pozicování v systému IFS .....	38
Obrázek 13 – Příklad zpracovaného technologického postupu .....	40
Obrázek 14 – Narušení organizačního uplatňování pravomoci .....	42
Obrázek 15 – Příklad výkazové tabulky strojní operace .....	42
Obrázek 16 – Výkaz mechanické operace do systému IFS .....	45
Obrázek 17 – Výkres výrobní haly s označením volných prostor po redukci strojů .....	63
Obrázek 18 – Výkres nového umístění strojů MICRON HSM 400 a FV25CNC A .....	65
Obrázek 19 – Výkres nového umístění nástrojářské frézky typu FN40 .....	66
Obrázek 20 – Výkres sloučení technologie broušení na nové pozici .....	67
Obrázek 21 – Pořízená fotografie z vestavby EDM .....	69
Obrázek 22 – Výkres nového zázemí svařovny a čistící místnosti ve vestavbě EDM .....	69
Obrázek 23 – Ofukovací pistole krátká <sup>15</sup> .....	71
Obrázek 24 – Výkres částečného přesunu mechanického zázemí na výrobní dílnu .....	72

### Tabulky

Tabulka 1 – Legenda součástí dvoudeskové vstřikovací formy <sup>10</sup> .....	14
Tabulka 2 – Základní dělení závodů dle programů výroby .....	20
Tabulka 3 – Současné technologie obrábění .....	22
Tabulka 4 – Zařízení pro podporu mechanických činností .....	22
Tabulka 5 – Současná výrobní náplň strojírenské výroby .....	23
Tabulka 6 – Výkazy hodin k jednotlivým zakázkám v období 2015 – 2019 .....	23
Tabulka 7 – Současné počty pracovníků strojírenské výroby <sup>18</sup> .....	26
Tabulka 8 – Legenda haly nástrojárny a přidružených místností .....	29
Tabulka 9 – Technologie řezání .....	34
Tabulka 10 – Technologie vrtání a vyvrtávání .....	34
Tabulka 11 – Technologie soustružení .....	35



Tabulka 12 – Technologie frézování .....	35
Tabulka 13 – Technologie broušení.....	35
Tabulka 14 – Technologie CNC frézování .....	36
Tabulka 15 – Technologie EDM obrábění (hloubení).....	36
Tabulka 16 – Technologie EDM obrábění (řezání) .....	37
Tabulka 17 – Technologie gravírování .....	37
Tabulka 18 – Tabulka značení strojních operací .....	39
Tabulka 19 – Popis mechanických činností.....	44
Tabulka 20 – Příklad znázornění dat výkazů ze systému IFS (zakázky oprav LN) .....	49
Tabulka 21 – Měsíční součet výkazů operace soustružení (zakázky oprav LN).....	50
Tabulka 22 – Měsíční výkazy k operaci soustružení za rok 2017 (zakázky oprav LN).....	51
Tabulka 23 – Vstupní data pro propočet využitelného časového fondu.....	51
Tabulka 24 – Vyhodnocení strojní kapacity operace soustružení .....	53
Tabulka 25 – Přehled průměrného vytížení strojních skupin .....	54
Tabulka 26 – Přehled skupin určených k redukci.....	59
Tabulka 27 – Přehled výsledků redukce strojů .....	60
Tabulka 28 – Výsledek výběru strojů k vyřazení .....	61
Tabulka 29 – Vyhodnocení nákladů spojených s realizací etap přesunů .....	74

## **Grafy**

Graf 1 – Srovnání trendů zakázek za období 2015 – 2019 .....	24
Graf 2 – Podíl THP pracovníků a dělníků SV .....	27
Graf 3 – Vývojový diagram technické přípravy výroby LN .....	41
Graf 4 – Organizace obrábění strojních součástí .....	43
Graf 5 – Organizace mechanické činnosti pro nové LN a úpravy LN .....	46
Graf 6 – Organizace mechanické činnosti oprav LN.....	47
Graf 7 – Údržby LN v sérii.....	48
Graf 8 – Sestupný přehled vytížení strojních skupin.....	54
Graf 9 – Změna materiálového toku realizací etapy 6.....	70

## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA A – Vyhodnocení kapacitního rozboru vytížení za období 2017 – 2019

PŘÍLOHA B – Přepočet kapacitního rozboru pro stanovení redukce počtu strojů

PŘÍLOHA C – Celkový layout po realizaci přesunů pracovišť